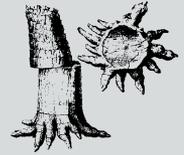


# Das Laubmoos *Antitrichia curtispendula* (HEDW.) BRID. in Sachsen



Erhard Seifert, Scharfenstein

## Kurzfassung

Es wird über das historische und aktuelle Vorkommen einer in Sachsen über lange Zeit verschollenen Laubmoosart berichtet. Die morphologischen Merkmale und die ökologischen Ansprüche der seltenen Art werden dargestellt. Der Wandel in der Epiphytenflora wird als Ergebnis natürlicher und anthropogener Einflüsse beschrieben. In diesem Zusammenhang werden Gedanken erörtert, wozu biologische Arten in Roten Listen erfasst und bewertet werden und wie man zum Schutz von Kryptogamen beitragen kann.

## 1 *Antitrichia curtispendula* (HEDW.) BRID. – eine gut kenntliche Art

Seit einem knappen Jahrhundert gab es in Sachsen keine sicheren, d. h. vorzeigbare bzw. belegbare Angaben mehr zum Vorkommen des Laubmooses *Antitrichia curtispendula* (HEDW.) BRID. Den letzten sicheren Beleg hatten Riehmer, Winter und Feurich 1923 vom Löbauer Berg mitgeteilt. (MÜLLER 2004, S. 32). Umso erstaunlicher war es, dass im Jahre 2014 gleich sieben räumlich klar getrennte Fundorte im Erzgebirge durch zwei Hobbybotaniker festgestellt wurden: Es sind ausschließlich epiphytische Vorkommen auf Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*). Bei allen festgestellten Funden handelt es sich um sterile Pflanzen, d. h. Moospflanzen ohne ausgebildete Sporogone. Das Hängende Gegenhaarmoos, so lautet die deutsche Übertragung des wissenschaftlichen Namens der Art, kann in diesem langen Zeitraum kaum völlig übersehen worden sein. Dafür spricht zum einen, dass auch in dieser Zeit in Sachsen sorgfältig arbeitende Bryologen tätig waren und den Beobachtungszustand der bekannten Moosarten in ihren Aufzeichnungen und Berichten festgehalten haben. Zum anderen ist *A. curtispendula* von erfahrenen Bryologen schon an ihren Standorten gut erkennbar und bei mikroskopischer Kontrolle sicher zu bestimmen. Das lange Zeit verschollene Hängende Gegenhaarmoos ist wohl in Sachsen tatsächlich nicht mehr da gewesen. Allerdings kann es in Mischrasen mit anderen großen Laubmoosen wie *Hypnum cupressiforme*, *Sanionia uncinata* oder verschiedenen *Brachythecium*-Arten auch leicht übersehen werden. Deshalb ist es auch nicht ganz auszuschließen, dass *A. curtispendula* an wenigen schwer zugänglichen Standorten in kleinen Populationen überlebt haben könnte, z. B. in Dickungen einzelner Mischwaldzellen, hoch an Baumstämmen in feuchtschattigen Lagen oder auf einzelnen Blöcke luftfeuchter Geröllhalden.

Als ich im Jahre 2014 bei einer Exkursion in der Umgebung von Scharfenstein unerwartet auf die in Sachsen verschollene Art *A. curtispendula* traf, fiel mir zuerst der eigenartige Wuchs der Moospflanzen auf: Aus einer dichten Decke von *Hypnum cupressiforme* ragten die abstehenden bis aufwärts gebogenen Enden einzelner Sprosse eines anderen Moores heraus. Auffällig waren auch die einseitwendigen, seidig glänzenden und etwas verdickten Sprossspitzen (Abb.1 und 2). Ein heraus gezupfter, etwa 10 cm langer und ziemlich starrer Spross war unregelmäßig verzweigt und hatte einzelne stoloniforme Zweige. Das zwischen den Blättern erkennbare Stämmchen war rötlichbraun gefärbt und trug keine Paraphyllien. Die Pflanzen ähnelten im Wuchs der mir bekannten Art *Rhytidiadelphus loreus*. Es lag nahe, dass es sich bei den entdeckten Pflanzen um *A. curtispendula* handeln könnte. Zur vorläufigen Absicherung der Zuordnung wurden noch am Standort weitere



Abb. 1



Abb. 2

**Abb. 1, 2**  
Wuchsformen von *Antitrichia curtispindula* am Standort Scharfenstein im Frühjahr 2014. Die Moosäste drängen aus einer dichten *Hypnum*-Decke hervor. Man erkennt den typischen Hängewuchs mit kurz aufgebogenen Enden.



Abb. 3

**Abb. 3**  
Wuchsformen von *Antitrichia curtispindula* (gezeichnet nach einem Beleg von Gunzesried/Allgäu 2015 und einem Herbarbeleg von Königstein/ Sächsische Schweiz 1864.



Abb. 4

**Abb. 4**  
Vergleich der Wuchsformen von *Antitrichia curtispindula* (oben) und *Rhytiadelphus loreus* (unten): *Rh. loreus* unterscheidet sich von *A. curtispindula* durch die deutlich einseitwendigen Blätter, die lang ausgezogenen, hohlen Blattspitzen und einen „frischeren“ Grünton der Blättchen. *R. loreus* wächst auch nicht so sparrig und fühlt sich deutlich weicher an.

Merkmale überprüft, besonders einige Blattmerkmale, die mit einer Lupe bei 10facher Vergrößerung erfasst werden können: Der auffällige, schmal umgerollte Blattrand und die scharf, zum Teil widerhakig gezähnte Blattspitze. *A. curtipendula* kann also schon am Standort an einer Summe von Merkmalen des Gametophyten, die in einer einmaligen Kombination vorliegen, erkannt werden. Beim Durchmustern der Moosdecke auf einer Borkenfläche ist also darauf zu achten, Arten mit ähnlichem Habitus, wie *Rhytidiadelphus loreus* oder auch *Brachythecium salebrosum*, durch Merkmalsvergleiche auszuschließen (Abb. 3 und 4).

Bei einer nachfolgenden mikroskopischen Untersuchung der Laubblätter kam es auf die Überprüfung vieler Merkmale des Blattes (Blattform, Blattnerv, Blattspitze, Blattrand und Blattgrund) und der Struktur der Lamina des Blattes (Zellnetz, Verteilung der verschiedenen Zellformen u. a.) an. Besonders wichtig sind dabei „Alleinstellungsmerkmale“ des Blattes, wie die charakteristischen kurzen Nebenrippen seitlich von der kräftigen Hauptrippe, die dornenförmigen, teilweise widerhakigen Zähne der Blattspitze und die Verteilung der verschieden gestalteten Zellformen in der Lamina. In den Abschnitten 8. und 9. des Aufsatzes werden solche spezifischen Merkmale des Gametophyten und zusätzlich alle wesentlichen Merkmale des Sporophyten von *A. curtipendula* ausführlich dargestellt.

## 2 Der gegenwärtige Wandel in der Epiphytenflora als Ausdruck natürlicher und zunehmend anthropogener Einflüsse

Die gewaltige Belastung der Umwelt mit sauren Emissionen vorrangig aus der Industrie (Gewinnung von Heizwärme, Produktion elektrischer Energie u. a.) bewirkte im vergangenen Jahrhundert auch eine Verarmung der epiphytischen Kryptogamenflora in Deutschland und ganz Mitteleuropa. Viele Arten, die gegenüber solchen Schadstoffen („Saurer Regen“) hoch empfindlich reagierten, wurden ausgerottet bzw. stark dezimiert. Dazu gehörte auch das Laubmoos *A. curtipendula*. Zusätzlich litten diese Arten unter den ungleichen Konkurrenzbedingungen gegenüber robusteren, säuretoleranten Arten. Diese Entwicklung konnte gegen Ende des 20. Jahrhunderts durch verschiedene wirksame Maßnahmen zur Reduktion des Schwefeldioxidausstoßes deutlich gebremst werden; auch mit Folgen für die noch existierenden Kryptogamen.

Das soll zunächst am Beispiel der Verbreitung epiphytischer Moose in Sachsen gezeigt werden: Die weit verbreiteten, ziemlich artenarmen acidophilen bzw. säuretoleranten Moosgesellschaften, besonders die Assoziationen *Dicrano scoparii*-*Hypnetum filiformis* BARKM. 1949, *Orthodicrano montani*-*Hypnetum filiformis* WISN.1930 und *Brachythecio rutabali*-*Hypnetum cupressiformis* NÖRR 1969 wurden innerhalb der letzten drei Jahrzehnte an vielen Standorten durch neu hinzukommende Arten bereichert und zum Teil durch artenreichere und anspruchsvollere Kryptogamen-Gesellschaften ersetzt. Dazu gehören verschiedene Assoziationen aus dem Verband *Ulotia crispae* BARKM. 1958, z. B. *Ulotetum crispae* OCHSN. 1928, *Orthotrichetum lyellii* ALL. ex LEC. 1975, *Orthotrichetum pallentis* OCHSN. 1928 und *Pylaisietum polyanthae* FELD. 1941 (MÜLLER & OTTE 2008). In diesen Moosgesellschaften traten neben den nun wieder zurückkehrenden Arten der Gattungen *Orthotrichum*, *Ulotia*, *Zygodon*, *Leucodon*, *Frullania*, *Radula*, *Metzgeria* und *Porella* zunehmend auch „atlantische“ Neuankömmlinge hinzu. Das waren *Orthotrichum pulchellum* im Jahre 2002, *Zygodon conoideus* 2008, *Metzgeria fruticulosa* 2009, *Cryphaea heteromalla* 2009 (SEIFERT 2009a, 2009 b; BIEDERMANN & MÜLLER 2011). In letzter Zeit waren noch *Ulotia phyllantha*, *Ulotia rehmannii*, *Ulotia macrospora* und schließlich auch *Antitrichia curtipendula* hinzu gekommen (BIEDERMANN, MÜLLER & SEIFERT 2014).

In den anderen Bundesländern Mittel- und Norddeutschlands haben sich ähnliche Wandlungen vollzogen. In Thüringen sind von R. Marstaller die Moosgesellschaften an ausgewählten Standorten, besonders in Naturschutzgebieten, durch zahlreiche Vegetationsaufnahmen untersucht worden. Durch diese bryozoologischen Beobachtungen werden die hier angedeuteten Tendenzen bestätigt (MARSTALLER 2006, 2008a, 2008b).

Die Ansprüche der sich ausbreitenden Arten an die Standortbedingungen sind auch weiterhin unterschiedlich, aber die neue Gesamtsituation ermöglicht zunächst deren Ansiedlung bzw. Wiederausbreitung. Gleichzeitig entstanden neue Konkurrenzsituationen zwischen den nun vorhandenen Arten und neue allgemeine Stress-Belastungen durch andere erneut zunehmende Veränderungen in der Umwelt. Das betrifft vorrangig

die hohe Belastung mit Stickstoff aus Landwirtschaft und Verkehr. Auch die Klimaerwärmung mit ihrer Auswirkung auf Niederschläge, Temperaturen, Verlauf und Ausmaß von Trockenheitsphasen und Überschwemmungszeiten spielt eine bedeutende Rolle. Die genannten Veränderungen in der Umwelt haben erheblichen Einfluss auf den Ablauf vieler biophysikalischer und biochemischer Prozesse in den Lebewesen, hier besonders auf die Verwertung der anfallenden N-Verbindungen im pflanzlichen Stoffwechsel. Die genannten Prozesse haben nicht nur die Zusammensetzung der vorhandenen Kryptogamengesellschaften nachhaltig verändert sondern auch die Gründung neuer Verbände und Assoziationen gefördert (Abb. 5 und 6). Insgesamt konnten sich innerhalb der beiden letzten Jahrzehnte zahlreiche Epiphyten-Assoziationen der „Lichtliebenden epiphytischen Moosgesellschaften“ (Klasse *Frullanio dilatatae*-*Leucodontetea sciuroides* MOHAN 1978) und der „Neutrophischen Moosgesellschaften auf beschattetem Gestein und Borke“ (Klasse *Neckeretea complanatae* MARST. 1986) etablieren (MÜLLER & OTTE 2008). Gleichzeitig können bei regelmäßiger Beobachtung eines größeren Areals auch weiterhin deutlich spürbare Veränderungen festgestellt werden. So werden in Mitteleuropa lokal zunehmend auch Wuchsformen epiphytischer Moose ausgeprägt, die eigentlich für Epiphyten in tropischen Regionen typisch sind, wie Hängemoose, Moosbälle und epiphyll Moose. In den Vogesen und im Schwarzwald sind solche „Hängemoose“ besonders bei *Hypnum andoi* beobachtet worden (FRAHM 2008). Frahm vermutet, dass „ökologische Veränderungen“ dem Phänomen zugrunde liegen, die sich auf eine erhöhte Stoffwechselaktivität auswirken. Er verweist auf einen „Selbstverstärkungseffekt (milde Temperaturen, höhere Niederschläge und mehr Nährstoffe = mehr Wachstum)“ als Auslöser (FRAHM 2008, S. 4).

Die Zukunft der sich im sächsischen Erzgebirge gerade wieder ansiedelnden *A. curtispindula* ist dabei noch ungewiss. Pflanzensoziologisch entspricht die Beschaffenheit der neu entdeckten Vorkommen im Kamm-



Abb. 5

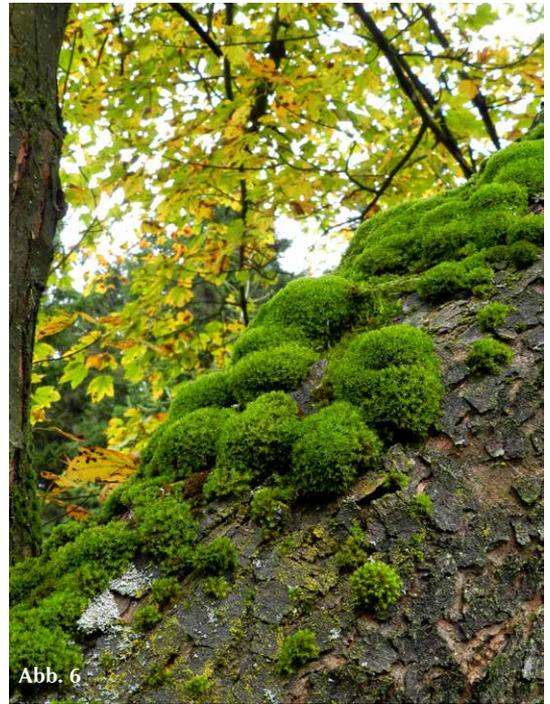


Abb. 6

#### Abb. 5, 6

Oft genutzte Trägerbäume von Epiphytengesellschaften sind Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*). Die Moospflanzen haben eine frische dunkelgrüne Farbe als Zeichen für vitale Populationen.

gebiet bei Reitzenhain, Satzung und Jöhstadt etwa der einst in Sachsen zerstreut vorhandenen Assoziation *Antitrichietum curtipendulae* WALDH. 1944 mit *Antitrichia curtipendula* als Kennart. Diese Assoziation gehört zur Ordnung der *Antitrichietalia curtipendulae* SM. et HAD in KL. et HAD. 1944, die wie folgt beschrieben wird: „An luftfeuchten Standorten in Wäldern auf Silikatgesteinsblöcken und epiphytisch an der Borke von Bäumen auftretende Gesellschaften. Bevorzugt besiedelt werden niederschlagsreiche Lagen in höheren Lagen der Mittelgebirge.“ Die Lungenflechte *Lobaria pulmonaria* und das Laubmoos *Antitrichia curtipendula* werden als charakteristisch für diese Gesellschaften besonders hervorgehoben (MÜLLER & OTTE 2008). Die Lungenflechte ist aber in Sachsen noch nicht wieder gefunden worden (J. NIXDORF, mündliche Mitteilung).

Die übrigen neuen Fundorte von *A. curtipendula* sind dagegen pflanzensoziologisch weniger typisch. Das Vorkommen bei Scharfenstein liegt zwar in einem luftfeuchten Standort, grenzt aber direkt an eine jahrelang genutzte Viehweide; jene bei Crottendorf und Ehrenfriedersdorf stehen ebenfalls im feucht-schattigen Bereich jeweils an einer Waldstraße in Ortsnähe.<sup>1</sup>

### 3 Wissenschaftliche Benennung und historisches Vorkommen von *Antitrichia curtipendula* (HEDW.) BRID. in Deutschland bzw. Europa

Nach den Mitteilungen in alten Moosbüchern von Mitte des 18. Jahrhunderts bis ins erste Viertel des 20. Jahrhunderts war *A. curtipendula* im gesamten deutschen Gebiet weit verbreitet. In der Literatur wurden die epiphytischen und epilithischen Vorkommen ziemlich übereinstimmend beschrieben. Parallel dazu kam es zu häufigen Veränderungen in der taxonomischen Einordnung und der wissenschaftlichen Benennung des Moores.<sup>2</sup>

Systematisch stand die Gattung *Antitrichia* stets in der Nähe der Laubmoosgattungen *Neckera*, *Anomodon* und *Leucodon*. Anfangs der Gattung *Hypnum* zugeordnet (Dillenius, Linné, Haller), geriet es später im mehrfachen Wechsel zu den Gattungen *Neckera* bzw. *Anomodon* (Hedwig, Hooker & Taylor und zunächst auch Bridel-Brideri). Den Namen *Antitrichia curtipendula* erhielt es bereits 1819 von Bridel-Brideri. Danach kehrten Hübener, C. Müller und anfangs auch Rabenhorst noch einmal zu den alten Namen *Neckera* bzw. *Anomodon* zurück, ehe danach Rabenhorst, Migula und Mönkemeyer dem Namen *Antitrichia curtipendula* den Vorrang gaben. Das hat zu einer Vielzahl von Synonymen geführt; neben den schon genannten sind im Zeitverlauf noch weitere hinzugekommen, z. B. *Hypnum montanum* LA MARK. (bzw. *Hypnum montanum* LAM. EX BRID.) und *Antitrichia pristioides* GLOW. Ergänzende Ausführungen zum gültigen wissenschaftlichen Namen und zur taxonomischen Position folgen in den Abschnitten 8 und 9.

Die häufig vorgenommenen Veränderungen des wissenschaftlichen Artnamens waren anfangs ein Ausdruck der von den jeweiligen Autoren gesetzten Präferenzen; zunehmend sind solche Revisionen aber ein Zeichen von vertieften Kenntnissen über die stammesgeschichtlichen Zusammenhänge. Beim Beurteilen von Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Moosarten haben die Merkmale der Gametophyten bzw. der Sporophyten eine unterschiedliche und wechselnde Bedeutung, je nachdem wie genau man bestimmte morphologische Merkmale erfassen konnte, z. B. die Struktur der Peristome, und wie stabil oder variabel solche Merkmale sind, z. B. die Struktur der Moosblättchen oder die Größe von Sporen. Gegenwärtig versucht man zunehmend mit verschiedenen molekulargenetischen Untersuchungsmethoden, die wahrscheinlichsten Verzweigungsmuster bei der Artentstehung zu erkennen. In den Schriften maßgeblicher Bryologen kann diese hier angedeutete Entwicklung deutlich nachvollzogen werden (siehe dazu ausführlicher in Abschnitt 10). Nachfolgend eine zeitliche Übersicht des „nomenklatorischen Werdegangs“ der Art in den Werken der jeweiligen Autoren:

#### a) Johann Jacob Dillen (Dillenius) (1684 – 1747) *Historia muscorum* 1741:

Dillenius kennzeichnet die Art mit einem fünfteiligen Namen:

***Hypnum dentatum curtipendulum, viticulus rigidis***. Er beschreibt die Wuchsform wie folgt: „*Non erectus est hic Muscus, verum recumbens & invicem implexus nascitur, viticulis crassis rigidis, inordinatim ramosis*“ [das in Rede stehende Moos ist nicht aufrecht, sondern wächst niederliegend und ineinander verflochten, rankenartig, sehr starr, unregelmäßig verzweigt]. (DILLENIIUS 1741, S. 333).<sup>3</sup>

**b) Carl von Linné (1707 – 1778) Species plantarum 1753:**

Linné führt die binäre Nomenklatur zur Benennung von Arten ein und nennt das Moos nun

***Hypnum curtispindulum***. Er beschreibt den Wuchs mit den Worten „*surculus vagis teretibus, foliis ovatis acutis patulis, antheris pendulis*“ [Ästchen umherschweifend gebogen, Blätter eirund, zugespitzt, etwas abstehend, Blüten (hier eigentlich: Sporogone) hängend] und übernimmt von Dillenius das „*Hypnum dentatum curtispindulum, viticulis rigidis*“ in seine Beschreibung. Zur Verbreitung der Art schreibt Linné: „*Habitat in Europa, America, ad radices arborum, saxorum.*“ [Wächst in Europa, Amerika auf Baumwurzeln und Felsen] (LINNÉ 1753, S. 1128)

**c) Albert von Haller (1708-1777) Historia stirpium indigenarum helvetiae 1768:**

Der Begründer der schweizerischen Bryologie lehnt Linnés Nomenklaturprinzip ab und behält die vorher übliche polynome Benennung bei: ***Hypnum ramis teretibus, foliis ovato lanceolatis, pilo aristatis, capsulis ovatis pendulis, operculis aristatis*** [Hypnum mit gebogenen Zweigen; die eiförmig lanzettlichen Blätter mit begranntem Haar; eiförmige hängende Kapseln mit begranntem Deckel]. Das Aussehen beschreibt er anschließend wie folgt: „*Habitus ramosus, prolixus, teres, imbricatus. Folia ovato lanceolata, in pilum continuata, Setae breves, ex longis vaginis, Capsulae ovatae, crassae, per aetatem pendulae. Operculum aristatum, acu longa. Gemmas, ut paulo prior, squamofas frequenter edit, in quibus foliorum initia.*“ [Habitus verzweigt, ausgedehnt, rundlich, schuppig (anliegend). Blätter eiförmig, lanzettlich, in ein Haar auslaufend, Seten kurz, aus langer Scheide, Kapseln eiförmig, dick, im Sommer hängend, Deckel begrannt, mit langer Spitze. Knospen, zunächst winzig, zahlreich schuppig herauskommend, in denen die Blattanlagen sind.] (HALLER, 1768, S. 28, Nr. 1740).

**d) Johannes Hedwig (1730 – 1799) Species muscorum frondosorum. Opus postum editum a Friderico**

**Schwaegrichen 1801** (postum von **Friedrich Schwaegrichen** herausgegeben): Hedwig bewahrt zwar in seiner Abhandlung den Namen *Hypnum curtispindulum* (Linné 1753) gewissermaßen als Synonym, ordnet die Art aber der Gattung *Neckera* zu und beschreibt sie als ***Neckera curtispindula*** wie folgt: „*trunco vago ramoso pinnato, foliis ovato-acuminatis patulis, perigonii longissimis, sporangia pendulis.*“ [Äste unregelmäßig fiedrig verzweigt, Blätter eirund lang zugespitzt, etwas abstehend, Perigonblätter sehr lang, Sporangien hängend]. Zur Verbreitung gibt er an: „*Habitat in arborum truncis rupibusque Europae copiosissima. Floret autumno, vere sporangia maturat. Perennis.*“ [Wächst sehr reichlich an Baumstämmen und Felsen Europas. Blüht im Herbst, Sporangien reifen sicher. Ausdauernd] (HEDWIG 1801, S. 209). Der Name *Neckera curtispindula* gilt bis heute als Basionym für diese Art.

**e) William Jackson Hooker (1785 – 1865) und Thomas Taylor (1775 – 1848) Muscologia Britannica 1818**

Die Autoren betonen, „*the most part Hedwig's terminology*“ übernommen zu haben. Trotzdem lösen sie Hedwigs *Neckera curtispindula* und *Neckera viticulosa* auf Grund der Besonderheiten des Peristoms aus der Gattung heraus; denn die Zilien des inneren Peristoms kommen nicht aus einer inneren Membran wie bei *Neckera* („*Ciliis e membrano interno*“), sondern stehen seitlich an den Zähnen des äußeren Peristoms („*Ciliis e dentium lateribus*“). Hooker und Taylor stellen beide Arten zu der neuen Gattung *Anomodon*; damit heißt die Art nun ***Anomodon curtispindulus*** HOOK. ET TAYL. Die Kurzbeschreibung lautet: „*leaves ovate, acuminate, serrulate, the nerv disappearing below the point; fruitstalk twice as long as the perichaetium; capsule ovate.*“ Zum Vorkommen schreiben sie weiter: *upon the ground, and on rocks and trees. Abundant in mountainous countries. Rare in the plains.* [Blätter eiförmig, zugespitzt, gezähnt, der Nerv verschwindet vor der Spitze; Fruchtstiel (eigentlich: Seta) doppelt so lang wie das Perichaetium; Kapsel eiförmig. ... auf Erde, an Felsen und Bäumen. Häufig in gebirgigen Gegenden. Selten im Flachland.] (Hooker & Taylor, 1818, S. IV, XIII, 79).

**f) Samuel E. Bridel-Brideri (1761 – 1828) Muscologiae recentiorum (Supplementum Pars II und IV) 1812 und 1819:**

Bridel-Brideri behält zunächst den von Hedwig geprägten Artnamen ***Neckera curtispindula*** bei und gibt folgende Artdiagnose: „*N. curtispindula caule prostrato, vage ramoso, foliis imbricatis patulis ovato-subulatis sub apicem serrulatis, perichaetialibus interioribus convolutis longissimis, capsulae nutantis ovatae operculo acuminato.*“ Nach den Angaben zum Habitat beschreibt er das Peristom wie folgt: „*Per. ext. Dentes sedecim angusti, suberecti, quasi in filum educti, albidii. Int. Cilia omnium tenerima, fugacissima, dentibus opposita.*“ [Stengel niederliegend unregelmäßig verzweigt, Blätter eiförmig-pfriemlich an der Spitze kleinge-

sägt, mit sehr langen eingerollten inneren Perichaetialblättern, Kapseln überhängend eiförmig mit lang zugespitztem Deckel. Äußeres Peristom 16 schmale Zähne halbaufrecht, gleichsam in einen Faden auslaufend, weißlich. Inneres Zilien alle sehr zart und vergänglich, den Zähnen gegenüber stehend.] Das Habitat hat er folgendermaßen charakterisiert: „In sylvis et ad arborum truncos et saxa in tota Europa.“ [In Wäldern und an Baumstämmen und Felsen in ganz Europa.] (BRIDEL-BRIDERI 1812, S. 38).

Im 4. Teil seiner *Muscologiae recentiorum* (= „Mantissa generum specierumque muscorum frondosorum universa“) nennt er die Art bereits *Antitrichia curtispendula* (HEDW.) BRID. und führt *Neckera curtispendula* und *Hypnum curtispendulum* als Synonyme auf (BRIDEL-BRIDERI 1819, S. 136). Damit steht der heute gültige (korrekte) wissenschaftliche Name bereits fest. Der von Hedwig eingeführte Name *Neckera curtispendula* bleibt als Basionym erhalten.

#### g) Johann W. P. Hübener (1807 – 1847) *Muscologia Germanica* 1833:

Er übernimmt die von W. S. Hooker und Th. Taylor vorgenommene systematische Einordnung der Art zur Gattung *Anomodon* und beschreibt sie demnach wieder als *Anomodon curtispendus* HOOK. ET TAYL. Seine Art diagnose lautet: „*A. caule procumbente vage ramoso, ramis subpinnatis rigidis apice incrassatis, foliis imbricatis patulis ovato-acuminatis integerrimis apice serrulatis margine reflexis basi bistriatis, nervo sub apice evanido, seta abbreviata flexuosa, theca subpendula oblongo-ovata, operculo conico-rostellato.*“ [Stengel niederliegend unregelmäßig verzweigt, Zweige etwas gefiedert starr mit verdickter Spitze, Blätter schindelartig, etwas abstehend, eiförmig-langgespitzt glattrandig Spitze kleingesägt Rand umgerollt Basis zweistreifig, Nerv vor der Spitze erlöschend, Seta kurz geschlängelt, Kapsel etwas überhängend länglich-eiförmig, Deckel kegelig-geschnäbelt.] Vorkommen und Verbreitung werden wie folgt beschrieben: „Wächst in hohen trockenen Wäldern an Baumstämmen und Wurzeln, vorzüglich an Buchen, an Felswänden u. s. w. in allen Theilen der Flora.“ Hübener nennt drei Synonyme: *Hypnum curtispendulum* LINN., *Neckera curtispendula* HEDW. und *Antitrichia curtispendula* BRID. (HÜBENER 1833, S. 565).

#### h) Karl Müller (1818 – 1899) *Deutschlands Moose* 1853:

Er kehrt bewusst zum Basionym und damit zur Gattung *Neckera* zurück und verwendet als Artnamen *Neckera curtispendula* HEDW. Müller verweist wohl als einer der ersten auf ein besonders charakteristisches Merkmal der Blätter: „Rippen 3 – 5, eine davon ziemlich breit, lang, bis zur Mitte gezogen, die übrigen kurz, zu beiden Seiten der längeren.“ In einer Nachbetrachtung ergänzt er dazu: „Die vielen Rippen zeichnen sie sehr aus. Wenigstens sind die 4 – 5 dunklen, schwierigen Streifen des Blattgrundes wohl kaum anders zu deuten.“ Zur Verbreitung schreibt er: „Heimat. Durch ganz Europa und Nordamerika, an alten Baumstämmen und feuchten Felsen, jedoch nicht überall und nicht gemein.“ Er nennt folgende Synonyme: *Cyrtopus curtispendus* SPRUCE, *Antitrichia curtispendula* BRID., *Anomodon curtispendus* HOOK. ET TAYL. (K. MÜLLER 1853, S. 390/ 391).

#### i) Ludwig Rabenhorst (1806 – 1881) *Deutschlands Kryptogamen-Flora* 1848:

Rabenhorst kehrt zunächst zur Benennung *Anomodon curtispendus* zurück und beschreibt den Wuchs als „niederliegend oder aufsteigend, verworren-ästig“, die Blätter „an der Spitze gesägt“ und „am Rande zurückgebogen“. Zur Verbreitung vermerkt er: „An Bäumen, Felsen, auf Steinen, in Wäldern, von der Ebene bis in die Alpen.“ (RABENHORST, 1848, S. 250 – 251)

In seiner nachfolgenden regionalen *Kryptogamen-Flora von Sachsen, der Ober-Lausitz, Thüringen und Nordböhmen* 1863 korrigiert er die Benennung: *Antitrichia curtispendula* (LINN.) BRID. Bei der Beschreibung der Blätter hebt er die bestimmungskritischen Merkmale nur wenig hervor: „Blätter eiförmig, lang und scharf zugespitzt, an der Spitze gesägt, mit starker, gegen die Spitze verschwindender Rippe.“ Es fehlt der Hinweis auf den charakteristisch umgeschlagenen Blattrand und auf die Nebenrippen am Blattgrund. Die Verbreitung wird gleich bleibend beschrieben: „An Waldbäumen und an schattigen Felswänden, durch das gesamte Gebiet verbreitet und fast gemein.“ (RABENHORST 1863, S. 530/ 531).

#### j) Walter Migula (1863 – 1938) *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Deutsch-Österreich und der Schweiz* 1904:

*Antitrichia curtispendula* (HEDW.) BRID.: „An Bäumen und Felsen verbreitet.“ Auch er betont die besonderen Blattmerkmale: „Blätter herz-eiförmig, lang zugespitzt, unregelmäßig längsfurchig, mit breit umgerolltem, an der Spitze flachem und gezähntem Rande und mit Haupt- und Nebenrippen.“ (MIGULA 1904, S. 285).

### k) Walter Mönkemeyer (1862 – 1938) Die Laubmoose Europas:

***Antitrichia curtispindula*** (HEDW.) BRID.: „An Buchen, Eichen, Felsgestein, von der Ebene bis in die höhere Bergregion verbreitet.“ Auch er nennt, obwohl etwas unpräziser, die zur Bestimmung wesentlichen Blattmerkmale: „Blätter trocken locker anliegend, gefaltet, am Rande zurückgeschlagen. Rippe kräftig, vor der Spitze endend, beiderseits mit kurzen Nebenrippen.“ (MÖNKEMEYER 1927, S. 636).

Im 19. Jahrhundert scheint also auch in Sachsen *A. curtispindula* ziemlich häufig gewesen zu sein; denn Ludwig Rabenhorst hatte die Art als „verbreitet“ und „fast gemein“ für das gesamte Gebiet Sachsens, Nord-Böhmens, der Oberlausitz und Thüringens bezeichnet (RABENHORST 1863). Aber bereits im ersten Viertel des 20. Jahrhunderts stellte man drastische Verluste bei vielen epiphytischen Moosarten fest: „Die vielen baumbewohnenden Arten der Uloten und Orthotrichen, Buxbaumien finden keinen Unterschlupf mehr, Neckerraceen, *Antitrichia*, *Leucodon*, *Platygyrium* und sogar *Pylaisia* folgen nach, das herrliche Federbuschmoos, *Hypnum crista castrensis*, das früher auf weite Strecken den Boden der Wälder bedeckte, ist zur Seltenheit geworden.“ (RIEHMER 1926, S. 25). Riehmer nennt in seiner umfassenden Arbeit eine Reihe früherer *Antitrichia*-Vorkommen für das Elsterland (z. B. bei Leipzig), das Vogtland (z. B. bei Möschwitz und Schneckenbrunn), das Muldenland (z. B. bei Mittweida), das Erzgebirge (z. B. bei Chemnitz und Schwarzenberg), die Sächsische Schweiz (z. B. bei Königstein) und für die Lausitzniederung (z. B. am Löbauer Berg).<sup>4</sup> Dabei überwiegen die epipetrischen Vorkommen (auf Felsen und Steingeröll) gegenüber den epiphytischen. Für das Erzgebirge führt Riehmer auch sehr alte Belege auf, deren Autor unter dem Zeichen „X“ = „Unbekannter Sammler aus Bockau oder Schwarzenberg von 1798 – 1837“ aufgeführt wird: „Schwarzenberg am Felsen „Die Hefenklöße“, am Schwarzwasser unter dem Steinheidler Berge; am Totenstein, bei Bockau an einer Buche 1802 X“ (RIEHMER 1927, S. 43).

Alwin Schade konnte später die Identität des Sammlers „X“ aufklären. Es handelt sich um den Theologen und Privatlehrer Gottlob Heinrich Bock (1764 – 1822), den Schade als „Pionier des Kryptogamenkunde im sächsischen Erzgebirge“ bezeichnet. (SCHADE, 1958, S. 23). Schade hatte in seiner Arbeit über G. H. Bock auch ein umfangreiches „Verzeichnis der von Bock hinterlassenen Kryptogamen-Belege nebst Fundorten und mit Bemerkungen der Revisoren“ veröffentlicht. In der Moosliste „1. Musci (revidiert durch K. Kopsch)“ sind folgende Fundorte von *Antitrichia curtispindula* aufgeführt: „Im Walde bei Bockau nach Schwarzenberg hin an Bäumen, 1799. – An den Felsen „die Hefenklöße“ am Schwarzwasser unter dem Steinheidler Berg, 23. Mai 1802. Am Totenstein bei Schwarzenberg. Bei Bockau an einer Buche am Ufer des Dorfbaches im Walde fort.“ (SCHADE 1958, S. 33). Die von Bock gesammelten Belege dürften zu den ältesten sicheren Nachweisen von *A. curtispindula* in Sachsen gehören.<sup>5</sup>

Noch etwas früher sind im Herbarium Dresdense zwei Funde bei Leipzig und ein weiterer auf dem Fichtelberg belegt: Schreber (1771) im Oberholz an Bäumen c. fr. gefunden von Dr. Knolle (c. fr. = cum fructibus = „mit Früchten“, d. h. mit Sporenkapseln); Baumgarten (1790) häufig an Baumstämmen im Ober- und Universitätsholz. Ebenfalls sehr alt ist ein Beleg von 1797 mit der Aufschrift „Fichtelberg“ (Mitteilungen von Dr. F. Müller, Dresden). In großen mitteleuropäischen Pflanzensammlungen, z. B. dem Herbarium Dresdense, sind wertvolle Belege von *A. curtispindula* aus dem 19. und 20. Jahrhundert bewahrt worden. Die Beschriftung der Konvolute ist manchmal unzureichend und kann erst mit Hilfe von Fachbeiträgen zur sächsischen Moosflora (Riehmer, Schade u.a.) hinreichend ergründet werden (Abb. 7, 8, 9 und 10).

Insgesamt sind für das heutige sächsische Territorium 37 ehemalige Fundorte in einem Messtischblattrastrer erfasst (MÜLLER 2004, S. 32). 29 davon stammen aus der Zeit bis zum Jahre 1899 und weitere 8 ab dem Jahre 1900. Diese 8 Fundorte aus dem 20. Jahrhundert liegen im Vogtland (6), in der Lausitz (1, am Löbauer Berg; letzter Beleg für Sachsen 1923!) und im Mulde-Lößhügelland (1, bei Mittweida). Im gesamten Erzgebirge und in der Sächsischen Schweiz gab es damals schon keine aktuellen Funde mehr! Im Rückblick wird die ehemalige Verbreitung von *A. curtispindula* in Sachsen als „zerstreut vom Flachland (Leipzig) bis in höchste Lagen (Fichtelberg)“ beschrieben. Lange Zeit war die Art in Sachsen nicht mehr auffindbar und galt als „erloschen“ (MÜLLER 1996, 1998, 2008).<sup>5</sup>



**Abb. 7, 8**

Historischer Fund von *Antitrichia curtispindula* aus dem Herbarium Dresdense: Die Beschriftung lautet: „*A. curtispindula* Br.“; darunter „Koenigstein“; mit Bleistift wurde handschriftlich ergänzt: „Noellner?“

Weitere Aufklärung erhält man erst bei RIEHMER (Isis 1927, S. 43):

„S. S. Königstein c. fr. Nö., ebenfalls 1864 Bie. ohne nähere Angabe!“

das Kürzel „Nö.“ setzte Riehmmer für „Nöllner, weiland in Pirna“, das Kürzel „Bie“ für „E. Biene, weiland Gesanglehrer in Dresden“.



**Abb. 9, 10**

Historischer Fund von *Antitrichia curtispindula* aus dem Herbarium Dresdense:

Die Beschriftung auf einem eingelegten Zettel lautet: „*Anomodon viticulosus* (Linn.) Hook. et Tayl.“, darunter in Klammern: „*Antitrichia*“ (in anderer Schrift?); danach folgende Funddaten: „Muldenenthal (Penig – Rochsb.) 1865“

RIEHMER (Isis 1927, S. 45) macht allerdings keine Fundangaben zum Gebiet Muldenland (Mld); er nennt nur „Mittweida auf Steingeröll“. Dagegen schreibt Riehmmer bei *Anomodon viticulosus*: „Mld Penig: h am Wege nach dem Rochsburger Schloß an Mauern. Im Brauseloch Ha.“. Mit dem Kürzel „Ha“ meint Riehmmer „Dr. Handtke, weiland Apotheker in Penig“

## 4 Zur gegenwärtigen Verbreitung von *Antitrichia curtispindula* in Deutschland

Die in den letzten drei Jahrzehnten in der bryologischen Literatur gemachten Aussagen zum Vorkommen von *A. curtispindula* in Deutschland stimmen darin überein, dass die Art in weiten Teilen des Landes stark zurückgegangen und besonders in den nördlichen und mittleren Teilen fast vollständig verschwunden ist. Lediglich im waldreichen und luftfeuchten Areal der südlichen und südwestlichen Gebirge hat sich das Hängende Gegenhaarmoos noch gut gehalten und kommt dort auf Laubholzborke und auf Felsblöcken in ausgedehnten Beständen vor (DÜLL 1990, S. 225; FREY et al. 1995, S. 259; FRAHM & FREY 2004, S. 409/410; NEBEL & PHILIPPI 2001, S. 221/222). Zuletzt haben L. Meinunger und W. Schröder mit einem umfassenden Überblick auf den aktuellen Zustand diese Tendenzen bestätigt. Danach kommt *A. curtispindula* nur noch „in einigen Gebieten des Südens, besonders in Rheinland-Pfalz, in Teilen von Baden-Württemberg, sowie in den Alpen [...] noch häufiger und teilweise in großen Beständen vor und kann hier als ungefährdet gelten. In den übrigen Gebieten Süddeutschlands sowie in der Rhön ist sie als gefährdet einzustufen [...]. In Mittel- und Norddeutschland liegen nur sehr wenige neuere Nachweise vor, die Bestände sind klein bis winzig.“ (MEINUNGER & SCHRÖDER 2007, Bd. 3, S. 131- 132).

Zu den wenigen neueren Nachweisen in Mitteldeutschland gehören auch 2 Funde im Nationalpark Harz (SCHUBERT 2008, SCHUBERT 2009, KOPERSKI 2011), 2 Funde in Brandenburg (MÜLLER, J. 2013) und 7 Funde in Thüringen und in der unmittelbar anschließenden hessischen Rhön (GRÜNBERG et al. 2014).

### 4.1 Der erste sichere Wiederfund von *Antitrichia curtispindula* in Sachsen

#### a) Beschreibung des Fundortes:

MTB 5344/12: Scharfenstein: Linker Hang des Zschopau-Tals südlich des Ortes zwischen der 1. Schlucht und der 2. Schlucht; ca. 100 m unterhalb des Klingengeweges; auf Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*); ca. 420m üB. NHN; 13.01.2014; leg. et det. E. Seifert; conf. F. Müller.

Bei der Nachsuche am 01. Febr. 2014 konnte der Baum, der die gesuchte Art trägt, wieder gefunden werden. Es wurden Fotos vom Baum und der Moosdecke angefertigt und die Fundsituation genauer beschrieben: *A. curtispindula* wächst am Stamm eines etwas schräg stehenden Berg-Ahorns etwa in Kniehöhe. Die Sekundärsprosse durchziehen einen dichten *Hypnum*-Rasen und ragen teilweise bogig daraus hervor (Abb. 11 und 12). Diese Fläche ist ca. 18 cm lang und 9 cm breit. Der Baum steht auf Scharfensteiner Flur südlich des Ortes am linken Hang (Prallhang) des Tales der Zschopau; dort am oberen Ausgang der ersten Schlucht etwa 100 m unterhalb des Klingengeweges beim Abzweig zum ehemaligen Vorwerk „Weida“. Der luftfeuchte Standort grenzt an eine langjährig genutzte Viehweide (!). Die weitere Existenz des Baumes ist allein schon durch diese Position gefährdet. Hinzu kommt die häufige Fällung einzelner Bäume in diesem Flurstück durch die jeweiligen Besitzer. Am 06.02.2014 hat Herr Jens Nixdorf (Scharfenstein) den Standort besichtigt, eine Probe entnommen und das Vorkommen fotografiert. Herr Dr. Frank Müller (Dresden) hat eine ihm zugesandte Fundprobe überprüft und bestätigt. Bei den im Jahre 2015 durchgeführten Kontrollgängen konnte das Vorkommen weiterhin aufgefunden werden. Dieser von *Antitrichia*-Pflanzen durchwachsene *Hypnum*-Rasen löst sich aber an mehreren Stellen vom Trägerbaum ab und hängt teilweise lose am Stamm. Ob das auf den trockenen Sommer zurückzuführen oder als ein Anzeichen für den baldigen Verlust des Vorkommens zu werten ist, bleibt abzuwarten.

#### b) Beschreibung und Bestimmung des Fundobjektes:

Die lang gestreckten, rotbraunen Stängel durchwachsen locker eine Schicht von *Hypnum cupressiforme*; einzelne Sekundärsprosse ragen aus der Moosdecke bogig heraus; die Sprossenden gehen oft in eine dickere einseitigwellige seidenartig glänzende Spitze über. In Wuchs und Aussehen sind die Pflanzen solchen Formen von *Rhytidiadelphus loreus*, die gelegentlich auch auf Borke wachsen, nicht unähnlich. Der starke Verdacht, dass es sich um *A. curtispindula* handelt, erhärtete sich bei der mikroskopischen Betrachtung. Die folgenden typischen Blattmerkmale weisen eindeutig auf diese Art hin:

- lange scharfe Blattspitze mit abstehenden Zähnen; diese sind teilweise rückwärts zur Lamina hin gerichtet;
- kurze, mehr oder weniger auffällige Nebenrippen beiderseits am kräftigen Hauptnerv; dieser läuft allmählich vor der Blattspitze aus;

- die etwas hohlen, nach oben längsfaltigen Blätter haben einen deutlich umgeschlagenen Rand;
- das Zellnetz besteht vorwiegend aus dickwandigen, etwas gebogenen, prosenchymatischen Zellen; nur an der Basis, in den Blattflügeln und an den Randzonen hochziehend sind diese rechteckig bis rundlich.

Damit ist das Vorkommen von *A. curtispindula* an den Hängen des Zschopau-Tals bei Scharfenstein endgültig bestätigt. Offen bleibt ein unsicherer Fund von E. Seifert im Jahre 2001 nördlich des Ortes Scharfenstein am rechten Prallhang der Zschopau (MÜLLER 2004, S. 32); der genaue Standort konnte trotz mehrfacher Nachsuche (zuletzt durch E. Seifert 2014 und 2015) nicht ermittelt werden. Der nun sichere Fundort bei Scharfenstein ist wieder ein Prallhang, diesmal südlich des Ortes und auf der linken Seite des Zschopau-Tales. Der neue Fund von *A. curtispindula* in Sachsen wurde inzwischen in Bryologenkreisen bekannt gemacht (BIEDERMANN et al. 2014).



Abb. 11

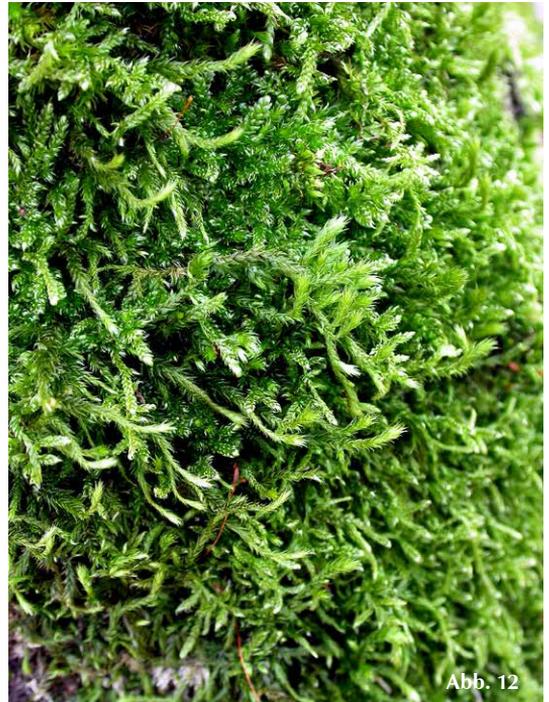


Abb. 12

#### Abb. 11, 12

Am Stamm eines Berg-Ahorn bei Scharfenstein/Erzgebirge wurde im Januar des Jahres 2014 das seit 1923 in Sachsen verschollene Laubmoos *Antitrichia curtispindula* wieder gefunden. Der Baum steht auf privatem Grund unmittelbar an einer Viehweide. Das Moos wächst in typischer „Hängeform“ in einem Mischrasen mit *Hypnum cupressiforme*.

## 4.2 Überblick über Funde von *Antitrichia curtispindula* im Erzgebirge seit 2014

Im Jahre 2014 wurden von E. Seifert und J. Nixdorf insgesamt 7 Standorte ermittelt:

### a) auf Berg-Ahorn bei Scharfenstein

MTB 5344/12: Scharfenstein: Linker Hang des Zschopau-Tals südlich des Ortes zwischen 1. Schlucht und 2. Schlucht; ca. 100 m unterhalb des Klingengeweges; ca. 420 m ü. b. NHN; 13. Januar 2014, leg. et det. E. Seifert, conf. Dr. F. Müller.

Dieser erste Wiederfund wurde im Abschnitt 5. bereits ausführlich beschrieben.

**b) auf Eberesche bei Reitzenhain (Abb. 13 und 14)**

MTB 5445/14: Reitzenhain; Abt.14/ Revier Gelobtland; Einzugsbereich des Krötenbaches, ca. 740 m ü. NHN; 08.04.2014; leg. et det. J. Nixdorf, conf. E. Seifert.

Die Rechts- und Hochwerte für die beiden Bäume ermittelte Herr J. Nixdorf wie folgt:

H 5604267, R 4586037; H 5604171, R 4586099

Ausführliche Beschreibung der Fundsituation: Am 08.04.2014 fand Herr Jens Nixdorf (Scharfenstein) bei einer Begehung südlich des Rachelweges am Stamm von zwei getrennt stehenden alten Ebereschen in „Überkopfhöhe“ auffällige Rasen eines pleurocarpen Moooses. Wuchs und Habitus erinnerten an *A. curtispindula* vom Standort in Scharfenstein. Nach Entnahme von zwei Proben und anschließender Begutachtung bestimmte er beide Proben als *A. curtispindula*. Die beiden Bäume stehen am Nordhang eines lichten und feuchten Waldbereiches im Einzugsgebiet des Krötenbaches. Die vereinzelt stehenden Ebereschen besiedeln das Areal zusammen mit Rotbuchen und Fichten. Eine Überprüfung der entnommenen Proben am gleichen Tage bestätigte diese Zuordnung zu *A. curtispindula*. In den Mischrasen befanden sich u. a. *Sanionia uncinata*, *Brachythecium salebrosum* und *Hypnum cupressiforme*.

Am 09.04.2014 wurde der Fundort durch J. Nixdorf und E. Seifert gemeinsam aufgesucht. An den beiden markierten Baumstämmen (grünes Dreieck) fiel *A. curtispindula* durch die gebogenen, locker aus der Moosdecke herausragenden Sekundärsprosse auf. Es wurden die Größe des Vorkommens und der Zustand der Bäume begutachtet. An der nördlicher stehenden Eberesche befindet sich der Moosrasen in einer Höhe von ca. 2 m über dem Erdboden an der Nordseite des Stammes. Es besiedelt eine Fläche von ca. 25 x 18 cm. Der Baum ist durch Hallimaschbefall stark geschädigt und bruchgefährdet. An der südlicher stehenden Eberesche befindet sich der Moosrasen in etwa 2,50 m Höhe am Stamm, vorwiegend an der N-Seite. Er dehnt sich über eine Fläche von ca. 50 x 30 cm aus. Der Ebereschenstamm ist teilweise morsch und ebenfalls bruchgefährdet.

**c) auf Eberesche bei Kühnhaide**

MTB 5445/21: Zwischen Rübenau und Kühnhaide (Abt. 134 b2), ca. 740 m ü. NHN; 16. April 2014; leg. et det. J. Nixdorf, conf. E. Seifert.

Hoch 5607541, Rechts 4589072 (J. Nixdorf).

Der Standort befindet sich an einem Querweg zwischen der Straße nach Rübenau und dem Grenzweg: Von der Straße rechts abbiegen und ca. 100 m geradeaus; linksseitig am Weg an einer Eberesche (mit einer niedrigen dünnen Rotbuche in unmittelbarer Nachbarschaft). Es handelt sich um einen Mischrasen mit *Brachythecium spec.* und *Hypnum spec.* am Stamm der Eberesche in einer Höhe von ca. 3 m. Es sind Kratzspuren von Ästen vorhanden (Entnahme von Proben durch J. Nixdorf, E. Seifert, S. Biedermann).

**d) auf Eberesche bei Satzung (Abb. 15 und 16)**

MTB 5445/31, Satzung: Am „Lustigen Hans“, ca. 850 m ü. NHN, auf Eberesche (ca.1,80 m über dem Erdboden), 23.04.2014, leg. et det. J. Nixdorf, conf. E. Seifert.

Hoch 5599562, Rechts 4583374 (J. Nixdorf).

Beschreibung des Standortes: von der Hochfläche am „Lustigen Hans“ den Wanderweg in Richtung Schmalzgrube bis nach ca. 150 m linksseitig ein etwas jüngerer Bestand mit Ebereschen kommt; dort im Inneren eine auffällige Eberesche mit gutem Bestand in Augenhöhe und darüber. Am 29.07. 2014 wurde der Standort zusammen mit J. Nixdorf und weiteren Mitgliedern der AG Botanik Erzgebirge besichtigt und am 19.08.2014 im Verlaufe einer Exkursion im Gebiet Satzung/Steinbach erneut aufgesucht.

**e) auf Berg-Ahorn bei Crottendorf**

MTB 5543/21 Crottendorf: Kalkweg (horizontaler Abschnitt am Nordabhang des Kalkberges), ca. 740 m ü. NHN; auf Berg-Ahorn; 05.05.2014, leg. et det. E. Seifert.

Beschreibung des Standortes: Vom Zschopau-Tal kommend, nach kurzem Anstieg, auf einem flachen, horizontal verlaufenden Abschnitt des Kalkweges; dort der 5. Berg-Ahorn rechts am Weg (etwa 2 m vom Wegrand entfernt). Das Moos befindet sich in Augenhöhe auf der vom Weg abgewandten Seite schräg am Stamm (ca. 12 cm breit und 3-4 cm hoch) und wächst dort zusammen mit anderen pleurocarpen Moosen (*Hypnum cupressiforme*, *Brachythecium salebrosum*). Nachsuche am 13.10.2014.



**Abb. 13, 14, 15 und 16**

In feuchtschattigen, nebelreichen Arealen am Erzgebirgskamm bei Reitzenhain (Abb. 13 und 14) und Satzung (Abb. 15 und 16) wächst *Antitrichia curtispindula* auf Ebereschen. Der sparrige Wuchs und die kurz aufgebogenen Seitenäste sind typisch ausgeprägt. Einzelne Bäume wurden mit einem grünen Dreieck markiert.

**f) auf Eberesche bei Jöhstadt**

MTB 5444/32: Jöhstadt, Schullandheim: Waldbereich in der Nähe des alten Steinbruchs (mit Wasser voll gelaufen); ca. 800 m über NHN; 27. 10.2014; leg et det. E. Seifert.

Bei nasskaltem, stark nebeligem Wetter durchsuchte ich eine Mischwaldzelle (Eberesche, Berg-Ahorn, Lärche) in der Nähe des alten Steinbruchs gegenüber dem Schullandheim Jöhstadt. Bei einer zuhause durchgeführten Kontrolle von 4 durchnässt abgenommenen „verdächtigen“ Moosdecken fand ich in einer Probe einige *Antitrichia*-Pflanzen, vermischt mit anderen Arten (*Hypnum* und *Brachythecium spec.*). Die Nachsuche am 3.11. 2014 bei ähnlicher Wetterlage blieb erfolglos.

**g) auf Berg-Ahorn bei Ehrenfriedersdorf**

MTB 5343/42: Ehrenfriedersdorf; unteres Seifental, aufwärts rechts am Holzlagerplatz oberhalb des Siedlungsbereichs (mit Waldweg-Abzweig rechts ansteigend) etwa 590 m über NHN 26.11.2014; leg. et det. E. Seifert. In einer Höhe von etwa 1 Meter wachsen locker abstehende, gebogene Mooszweige auf einer Fläche von 15 cm x 10 cm auf der Oberseite eines schräg abzweigenden Astes.

Weitere verdächtige bzw. mutmaßliche eingesammelte Proben erwiesen sich meist als alte, dicht verwobene Decken aus vorwiegend *Brachythecium salebrosum* mit *Hypnum cupressiforme*. Alle Fundorte des Jahres 2014 wurden im darauf folgenden Jahre erneut aufgesucht und konnten als weiterhin existent bestätigt werden. Die Suche nach neuen *Antitrichia*-Standorten blieb 2015 erfolglos; erst 2016 konnten zwei weitere ermittelt werden:

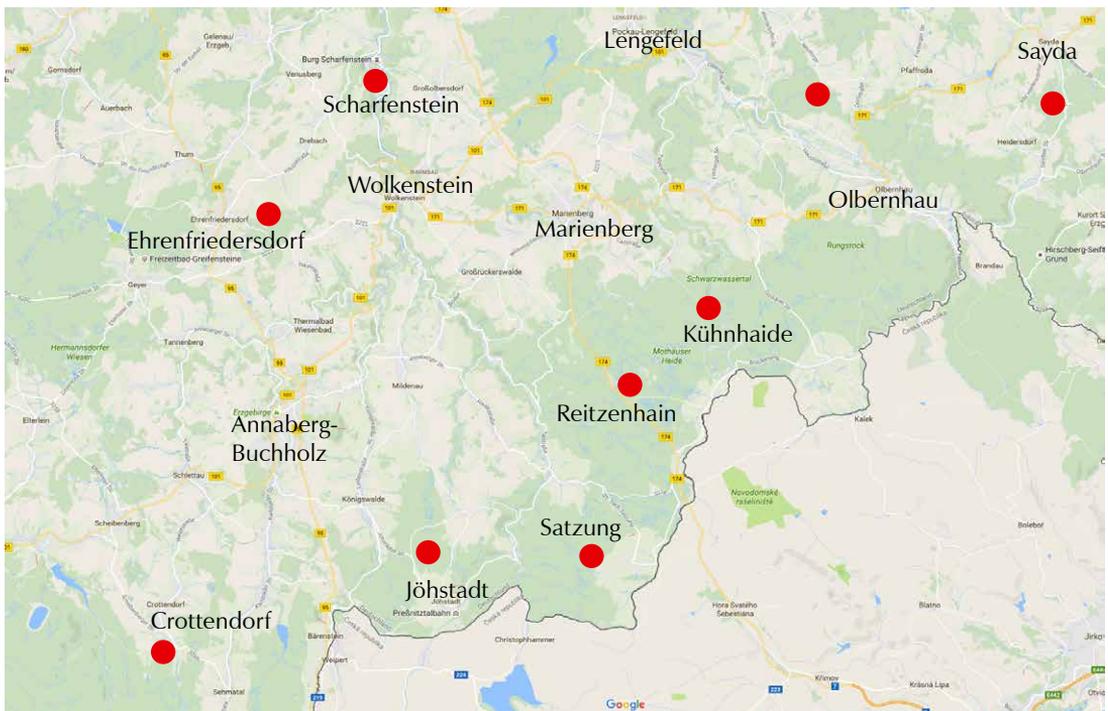
**h) auf Berg-Ahorn bei Sayda**

MTB 5346/21: Sayda, Mortelgrund, Abteilung 51 a<sup>3</sup>, etwa 600 m über NHN, 11.04.2016, leg. et det. J. Nixdorf, conf. E. Seifert.

**i) auf Rotbuche bei Olbernhau**

MTB 5345/22: Olbernhau: Scheitwald, Rotbuchenbestand auf dem Plateau zwischen der Reukersdorfer Straße und der Alten Straße, ca. 570 m über NHN; 18.05.2016; leg. et det. E. Seifert.

Somit kennen wir bis jetzt 9 neue Standorte von *A. curtispindula* im Erzgebirge (Abb. 17).

**Abb. 17**

Neue Vorkommen von *Antitrichia curtispindula* im Erzgebirge: Mit roten Punkten sind alle seit 2014 bekannten Standorte eingetragen. Das Vorkommen erstreckt sich über den Kamm des mittleren Erzgebirges und entlang des Zschopautales bis Scharfenstein. Quelle: Google Maps.

**Abb. 18**

*Antitrichia curtipendula* ist eine zweihäusige (diözische) Art. Bei reichlichem Vorkommen an optimalen Standorten erzeugt sie öfter geschlechtliche Nachkommen. Diese bleiben mit der Mutterpflanze lebenslang verbunden. Auf dem grünen Gametophyten (Mutterpflanze) wachsen aus den Achseln der Seitenäste einzelne braun gefärbte Sporophyten (die Nachkommen) hervor. Die länglich-eiförmige Sporenkapsel steht auf einer langen, oben oft gedrückten Seta. Der Beleg stammt von einem aktuellen Vorkommen bei Gunzesried im Allgäu.

## 5 Zur Fortpflanzungsbiologie von *Antitrichia curtipendula*

Wie alle Moospflanzen hat auch *A. curtipendula* einen heterophasischen und heteromorphen Generationswechsel, d. h. die aufeinander folgenden Generationen von Moospflanzen unterscheiden sich in ihrem Bau (heteromorph) und in der Anzahl der Chromosomensätze in ihren Zellen (heterophasisch). Die grüne Moospflanze wird als Gametophyt bezeichnet; dieser ist photoautotroph, haploid und erzeugt in den Gametangien (Archegonien bzw. Antheridien) durch mitotische Teilungen die Fortpflanzungszellen (Eizellen bzw. Spermatozoiden). Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich anschließend der diploide Sporophyt, der im Sporangium durch meiotische Teilung (Reduktionsteilung) haploide Sporen bildet. Der Sporophyt (aus Seta und Sporenkapsel bestehend) bleibt zeitlebens mit dem Gametophyten verbunden und wird von diesem getragen und ernährt (Abb. 18 und Abb. 3). Aus den haploiden Sporen entstehen auf geeignetem Substrat wieder neue haploide Gametophyten. Aus einer Spore können sich viele neue Gametophyten bilden; denn das zunächst entstehende Protonema, ein Zellfadenkomplex, bildet viele Knospen, aus denen sich zahlreiche junge Moospflanzen entwickeln können. Diese regelmäßige Aufeinanderfolge von Gametophyten- und Sporophytengeneration wird als Generationswechsel bezeichnet; dem entspricht ein Wechsel von sexueller zu asexueller Vermehrung.

*A. curtipendula* ist eine zweihäusige (diözische) Art, d. h. es gibt männliche und weibliche Pflanzen. Die männlichen bilden in den Antheridien biflagellate Spermatozoiden und die weiblichen in den Archegonien unbewegliche Eizellen. Bei zweihäusigen Moosarten sind seltener Sporophyten vorhanden, weil durch das räumlich getrennte Vorkommen der Archegonien und Antheridien (auf zwei Pflanzen verteilt) die Befruchtung erschwert wird. *A. curtipendula* fruchtet wie andere zweihäusige Arten folglich seltener. Kommt es unter geeigneten Bedingungen zur Befruchtung, so entsteht auf der alten weiblichen Gametophyten-Generation eine neue Sporophyten-Generation. Diese erzeugt männliche und weibliche Sporen, aus denen wieder neue weibliche und männliche Gametophyten entstehen können. Fehlt am jeweiligen Standort ein Geschlecht, werden also an den vorhandenen weiblichen Pflanzen keine Sporophyten ausgebildet; man spricht dabei von sterilen Pflanzen. Solche

**Abb. 19**

Mit einem einfachen Versuchsansatz mit kurzen Stämmchenstücken von *Antitrichia curtipendula* in einer feuchten Kammer sollte geprüft werden, ob sich diese mithilfe der reichlich vorhandenen blattbürtigen Rhizoiden zu neuen Pflanzen entwickeln können. Lediglich die Rhizoiden nahmen zu und verlängerten sich deutlich.

sterilen Populationen von zweihäusigen Moospflanzen können sich trotzdem am Standort ausbreiten indem sie sich vegetativ vermehren. Das kann durch Gemmen (Brutkörper), Brutspösschen oder durch andere Bruchstücke des Gametophyten (Zweigstücke, Blätter oder Knospen) erfolgen. Von *A. curtispindula* sind zwar keine Gemmen und Brutspösschen bekannt. Dass sie durch andere vegetative Mechanismen genetisch identische Individuengruppen (Klone) ausbilden kann, ist aber zu vermuten. Einen Hinweis darauf fand ich beim Mikroskopieren von Moosblättchen: An manchen Standorten hatten viele Moosblättchen ein auffällig großes rotbraunes Rhizoid ausgebildet, an dessen Basis einige zellig gegliederte wasserhelle Fäden entspringen (Abb. 24). Könnten davon ausgehend neue Moospflanzen entstehen? Für zweihäusige Pflanzen wäre das eine Möglichkeit, den Engpass „Partner“ zu umgehen und damit aber auch den Generationswechsel, der für eine Neukombination von Genen sorgt (siehe auch Abschnitt 8 und 9).

Ein dazu angesetzter einfacher Versuch brachte keine eindeutigen Ergebnisse: In einer feuchten Kammer wurden solche Blätter und kurze Sprossabschnitte auf feuchter Borke gehalten, täglich belüftet und gelegentlich gewendet. Bereits nach einer Woche war zu beobachten, dass sich diese Rhizoiden verlängerten und weitere hervorsprossen (Abb. 19). Im Laufe der nächsten 3 Wochen kam es zu keiner weiteren Entwicklung und einzelne Pflanzenteile wurden von einem feinen Netz aus Schimmelpilzen überzogen. Der Versuch wurde abgebrochen.

## 5.1 Die Morphologie des Gametophyten<sup>7</sup>

Aus einem kurzen auf Borke bzw. Gestein kriechenden und wurzelnden Hauptstängel (Primärspross) gehen bis zu 20 cm lange Sekundärsprosse hervor. Die braunrot gefärbten Stämmchen der Sekundärsprosse sind oft unregelmäßig in kurze, starre Äste verzweigt. Die Äste sind auffällig zurückgekrümmt; einzelne Äste sind flagellenartig verlängert. Aus vielen Sekundärsprossen entsteht ein lockeres und sparriges Gewirr. Die Stämmchen tragen keine Paraphyllien. Im Stämmchenquerschnitt erkennt man außen eine gelbbraun gefärbte Rindenschicht aus 4-5 Reihen kleiner, dickwandiger Zellen. Nach innen werden die Zellen deutlich größer und bilden eine wasserhelle Markschiebt aus vielen dünnwandigen Zellen. Ein differenzierter Zentralstrang ist nicht ausgebildet (Abb. 20).

An den Stämmchen stehen dicht gedrängt 2-3 mm lange, gelbgrüne bis schmutziggüne, breit eiförmige bis lanzettliche Blättchen. Bei feuchten Pflanzen spreizen die Blätter vom Stämmchen ab. Im trockenen Zustand liegen sie, sich dachziegelartig deckend, dem Stämmchen dicht an; nur die Blattspitzen stehen meist deutlich ab, oft sind diese zurückgekrümmt (Abb. 21). An manchen Sprossabschnitten stehen die Blätter einseitig am Stämmchen, an anderen sind sie nach allen Seiten gerichtet und bilden an den Sprossspitzen seidig glänzende „Köpfchen“. Die Blättchen haben einen herzförmigen Grund und sind stets scharf zugespitzt. Sie sind hohl und haben mehrere Längsfalten und nach oben oft auswärts gebogen mit abstehenden Spitzen. Die Blattspitzen haben scharfe Zähne, die oft waagrecht abstehen oder sogar widerhakig zurückgekrümmt sind. Der Blatttrand ist schmal und trotzdem auffällig umgeschlagen. Die Blattrippe (Hauptnerv) ist kräftig und endet deutlich vor der Spitze (erreicht etwa  $\frac{3}{4}$  der Blattlänge). Am Grunde stehen auf beiden Seiten neben der „Hauptrippe“ meist noch 2-3 kurze, etwas auswärts gebogene „Nebenrippen“ (Abb. 22 und 23).

Schon zeitig waren solche charakteristischen Merkmale des Gametophyten bemerkt worden. So schrieb z. B. Hübener in seiner *Muscologia Germanica* u. a.: *„die Aestchen kurz, entfernt gestellt, sparrig abstehend und zurückgekrümmt, gern an den Spitzen verdünnt. Die Blätter dicht gedrängt, absatzweise an den jährigen Verlängerungen gehäuft, an der Basis sich einander deckend, oben flackerig abgebogen, eiförmig hohl, in eine lange, priemenförmige, gesägte Spitze gedehnt, mit ganzen zurückgeschlagenen Rändern, sodass dieselben gleichsam verdickt gerandet erscheinen, [...] die Aestchen kätzchenartig dickend wie bei Leucodon und seidenartig glänzend.“* (HÜBENER 1833, S. 566) [Unterstrichungen E. S.]

An manchen Blättern fallen auf der Rückseite große braunrote, gerade abstehende bis etwas gebogene Auswüchse auf, die zunächst an der Rippe hochziehen und sich dann, noch unterhalb der Mitte, von diesem abspitzen. Es sind Rhizoiden, mit denen die relativ langen Pflanzen an der Borke haften können (Abb. 24). Möglicherweise können an solchen Stellen auch neue Sprosssteile wachsen.

Die Blattlamina besteht aus unterschiedlich geformten Zellen. Am Blattgrund und in den undeutlich abgegrenzten Blattflügeln sind die Zellen rundlich, quadratisch bis kurz rechteckig und sehr dickwandig. Die übrigen Zellen sind elliptisch oder rhombisch (etwa 2 bis 3mal so lang wie breit) und zur Rippe hin zunehmend

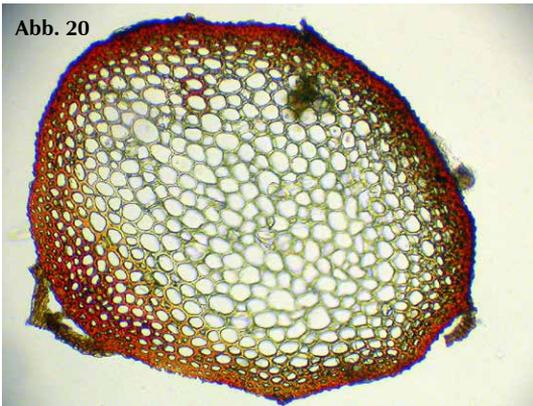


Abb. 20

**Abb. 20**  
Querschnitt durch das Stämmchen eines Sekundärsproses von *Antitrichia curtispindula*: Man erkennt außen eine gelbbraun gefärbte Rindenschicht aus 4 – 5 Reihen kleiner, dickwandiger Zellen. Nach innen werden die Zellen deutlich größer und bilden eine wasserhelle Marksicht aus vielen dünnwandigen Zellen. Ein differenzierter Zentralstrang ist nicht ausgebildet.



Abb. 21



Abb. 22

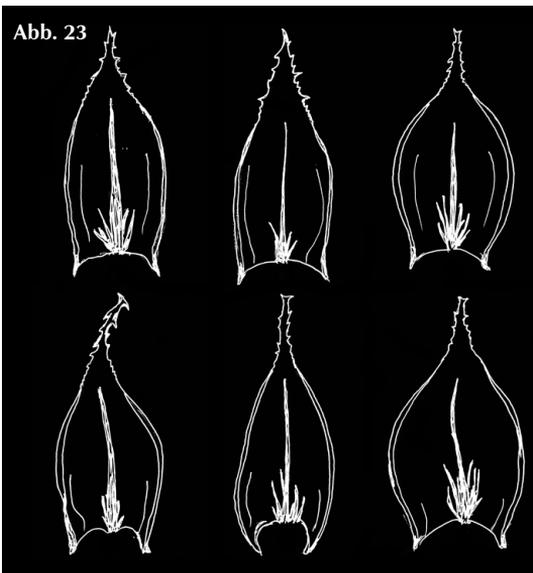


Abb. 23

#### Abb. 21, 22 und 23

Die Sekundärspresse von *Antitrichia curtispindula* sind dicht beblättert. Schon am Standort fallen bei Lupenbeobachtung die langen abstehenden, oft zurück gebogenen Blattspitzen und die umgeschlagenen Blattränder auf. Die mehr oder weniger eiförmigen bis lanzettlichen Blättchen sind sehr variabel geformt. Sie fallen zusätzlich durch den rotbraun gefärbten Blattgrund und die sehr variable, aber stets gezähnte Spitze auf.



Abb. 24

**Abb. 24**  
Die Blättchen von *Antitrichia curtispindula* haben oft große, rotbraun gefärbte Rhizoiden ausgebildet. Diese entspringen an der Hauptrippe des Blattes und spreizen unterhalb der Mitte nahezu rechtwinklig ab. An der Rhizoidbasis können zusätzlich wasserhelle Zellfäden ausgebildet sein.



Abb. 25

**Abb. 25, 26 und 27**

Die Blattlamina von *Antitrichia curtispindula* besteht aus unterschiedlich geformten Zellen: Am Blattgrund und in den undeutlich abgegrenzten Blattflügeln sind die Zellen rundlich, quadratisch bis kurz rechteckig und sehr dickwandig. Die übrigen Zellen sind elliptisch oder rhombisch und zur Rippe hin zunehmend linealisch. Neben der langen Hauptrippe liegen beidseits mehrere kurze Nebenrippen. Die Randzellen der Blattspitze bilden schmale teilweise widerhakig zurück gekrümmte Zähne aus.

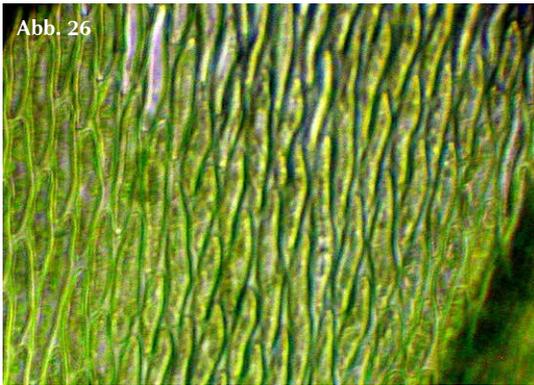


Abb. 26



Abb. 28



Abb. 29

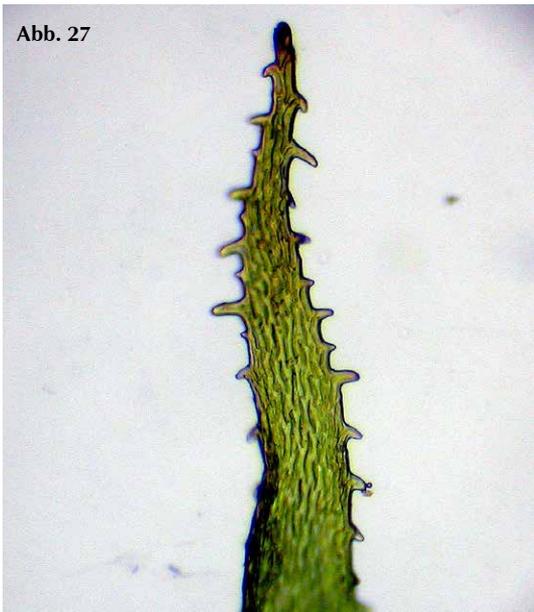
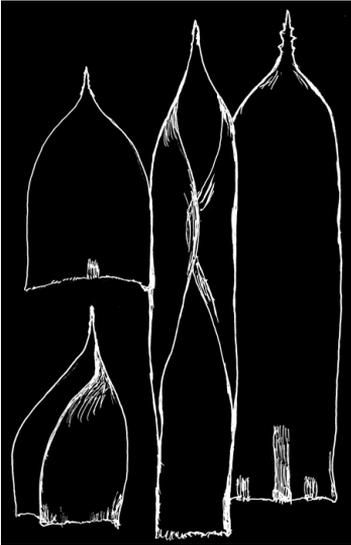


Abb. 27

**Abb. 28, 29**

Wie bei vielen anderen Laubmoosen treten auch bei *Antitrichia curtispindula* Sprossabschnitte auf, die so genannte „Knitterblätter“ ausgebildet haben. Sie stehen oft an den Sprossspitzen dicht gedrängt und „kätzchenartig“. Die Blättchen sind stark querwellig und haben eine verbogene Spitze.

**Abb. 30**

Bei *Antitrichia curtispindula* ist an der Basis des Sporogons ein auffälliges farbloses Perichaetium ausgebildet. Die Perichaetialblätter unterscheiden sich von den übrigen Moosblättchen zusätzlich in der Ausprägung weiterer Blattmerkmale.

linealisch (dort 6-10  $\mu\text{m}$  breit und bis zu 40  $\mu\text{m}$  lang). Die Randzellen der Blattspitze haben scharfe, teilweise widerhakig gekrümmte Zähne. Im Blattgrund sind die Zellwände braunrot gefärbt (Abb. 25, 26 und 27). Beim Durchmustern einer *Antitrichia*-Probe (Gunzesried/ Allgäu, 2015) fielen drei wurmförmige, kätzchenartig beblätterte Seitenäste auf. Diese befanden sich jeweils im Spitzenbereich der Sekundärspresse. Die Moosblättchen liegen in diesen Sprossabschnitten sehr dicht aneinander und bilden dadurch die Form eines kompakten „Kätzchens“ (Abb. 28 und 29). Die Blattspitzen sind spiralig gedreht, erscheinen dadurch verkürzt und geben den „Kätzchen“ ein krauses Aussehen. Es handelt sich hierbei um so genannte „Knitterblätter“, die von vielen Laubmoosarten bekannt geworden sind. Man betrachtete sie als „pathologische Erscheinungen“ und führte die „Knitterblätter“ auf *Deformationen durch Kleinpilze*“ oder andere Störfaktoren bei der Ausprägung der Blattlamina zurück (MÖNKEMEYER 1927, S. 7).<sup>8</sup>

*A. curtispindula* hat ein auffällig ausgebildetes Perichaetium. Es besteht aus einer größeren Anzahl von wasserhellen, chlorophyllfreien Hochblättern, die zunächst den Gametangienstand umhüllen. Später ist es am Grunde der Seta als grauweißlicher „Kelch“ zu finden. Die unteren Perichaetialblätter sind kurz und breit und stehen bei Trockenheit deutlich ab; die oberen sind lang und schmal und zu einem dünnen zylindrischen Becher zusammengerollt. Bei einer genaueren Untersuchung eines Perichaetiums konnten 10 kurze und 6 lange Blätter gezählt werden. Auffällig waren an den Perichaetialblättern die kurze, manchmal etwas gezähnelte Spitze und die ziemlich kurze, teilweise auch völlig fehlende Rippe. An einzelnen langen Perichaetialblättern waren neben einer kurzen, breiten und braungelben „Rippe“ noch 2 kürzere breite Streifen („Nebenrippen“?) zu sehen (Abb. 30).

## 5.2 Die Morphologie des Sporophyten

Der Sporophyt besteht aus einem 0,5 bis 2cm langen Stielchen (Seta) und einer länglich-elliptischen Kapsel (Sporangium). Die anfangs gelbbräunlichen, später rotbraunen Seten stehen aufrecht oder etwas gebogen und sind oft, besonders im oberen Teil, spiralig verdreht. Die mattbraune Kapsel trägt einen ebenfalls braunen, aber glänzenden Deckel, der eine zahnförmige, etwas gebogene Spitze trägt (geschnäbelt). Anfangs wird die Kapsel noch von einer glatten, spitz mützenförmigen Haube (Kalyptra) bedeckt. Das Peristom ist doppelt. Das äußere besteht aus 16 Zähnen („lanzettlich-zugespitzt, weisslich, glatt, mit dichten Querrippen, ganz, in der Mitte durchlöchert“), das innere ist aus 16 Zilien („haarförmig, weisslich, gegliedert“) zusammengesetzt (MÜLLER 1853, S. 390). Die Kapselwand hat im Bereich des Kapselhalses (Apophyse) zahlreiche Spaltöffnungen (Stomata), die von den Exothetialzellen mehr oder weniger bedeckt sind. Die braunen Sporen haben einen Durchmesser von ca. 30-40  $\mu\text{m}$  (Abb. 31 und 32).

Der wissenschaftliche Gattungsname *Antitrichia* (zusammengesetzt aus *anti* = gegen, gegenüber und *thrix*, *trichos* = Haar) bedeutet soviel wie „Gegenhaar“. Damit wird auf die Stellung der Zähne des Peristoms hingewiesen: Die Zähne des inneren Peristoms (Zilien) stehen nach der „Artdiagnose“ von Bridel-Brideri den Zähnen des äußeren Peristoms gegenüber: „*Peristomium duplex. Externum dentes sedecim lineari-lanceolati erecto inflexi. Interius, totidem dentibus opposita, fugacia.*“ (BRIDEL-BRIDERI, 1829, S. 136).

Schon Rabenhorst hat diesbezüglich auf einen Irrtum verwiesen: „*irrhühmlich, weil die Wimpern den Zähnen des äußern Peristoms gegenüberstünden, sie stehen aber alternierend.*“ (RABENHORST, 1863, S. 530)

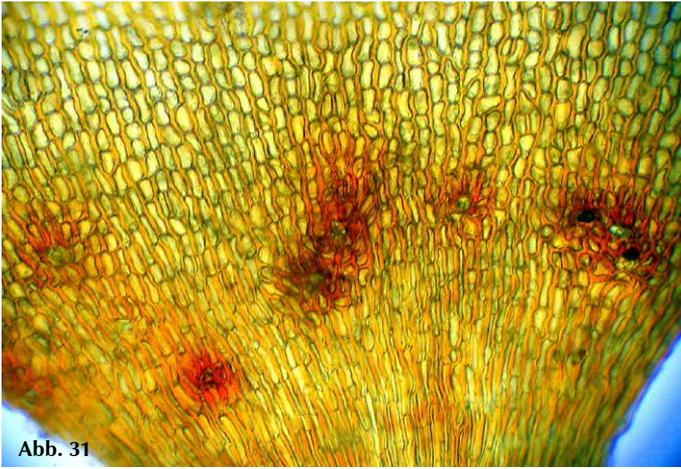


Abb. 31, 32

Präparierte Schnitthälfte einer Sporenkapsel von *Antitrichia curtispindula*.

Die Spaltöffnungen (Stomata) liegen im Kapselhals. Die untersuchte Kapsel hatte 13 Stomata (verteilt über beide Schnitthälften). Die beiden Schließzellen einer Spaltöffnung sind von den umgebenden Exothetialzellen der Kapselwand mehr oder weniger bedeckt. Die Kapselmündung wird von kräftigen äußeren Peristomzähnen und feinen inneren Zilien umsäumt. Nach dem Öffnen der reifen Kapsel bleiben vom leicht zerbrechlichen Peristom oft nur Bruchstücke übrig (s. auch Abb. 18).

## 6 Weiterführende taxonomische Betrachtungen zur Gattung *Antitrichia*

Die allgemein akzeptierte taxonomische Position der Gattung *Antitrichia* in der Familie der *Leucodontaceae* ist in letzter Zeit in Frage gestellt worden. Mehrere morphologische Merkmale waren Anlass, die Gattung *Antitrichia* aus der Familie der *Leucodontaceae* herauszulösen und in eine eigene Familie (*Antitrichiaceae*) zu stellen (IGNATOV & IGNATOVA 2004). Als solche Differenzierungsmerkmale wurden angesehen: die an der Rückseite der Blattrippe erzeugten Rhizoide, die kurzen Nebenrippen beiderseits der Hauptrippe und der besonders an der Blattspitze stark gezähnte Blattrand. Diesem Vorschlag ist von Hedenäs widersprochen worden, vor allem weil solche Rhizoiden auch bei *Leucodon* und *Pterogonium* vorkommen und die Topographie von Rhizoiden allgemein nicht zur Abtrennung von *Antitrichia* geeignet sei. (HEDENÄS 2008).

Seit Errichtung der Gattung *Antitrichia* mit der Art *A. curtispindula* im Jahre 1819 durch Bridel-Brideri sind im Zeitverlauf weitere Arten hinzugekommen. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts unterschied man weltweit 5 *Antitrichia*-Arten (MÖNKEMEYER 1927). Mit der Zunahme von *Antitrichia*-Sippen, denen der Artstatus zuerkannt wurde, nahmen auch die Meinungsverschiedenheiten unter den Bryologen zu, wie die Artgrenzen zu ziehen sind. So galt mancher Name für die einen als korrekt und für andere nur als Synonym für einen anderen bereits gültigen Namen. Gegenwärtig werden meist 3 bzw. 4 *Antitrichia*-Arten genannt (FRAHM & FREY 2004; HEDENÄS 2008; HEDENÄS et al. 2014); davon jeweils 2 in Europa. Diese zweite ebenfalls in Europa vorkommende Art ist *Antitrichia californica* SULL. Sie wächst „auf Felsen und Bäumen nur im Mittelmeergebiet bis zu den Südalpen“ (FREY et al. 1995, S. 260). Ihre Verbreitung reicht von Südeuropa und Nordafrika bis nach Nordamerika. Von *A. curtispindula* unterscheidet sich diese insgesamt kleinere Art durch eine regelmäßiger Fiederung, enger anliegende Blätter und vor allem durch die bestimmungskritischen Merkmale „Blätter faltenlos. Nebenrippen fehlen oder nur schwach angedeutet“ (MÖNKEMEYER 1927, S. 635). Zusätzlich zu diesen beiden Arten wurde eine ganze Reihe *Antitrichia*-Sippen beschrieben, die von den Autoren als Varietäten, Unterarten oder gar als Arten angesehen wurden: Im Kreis von *A. curtispindula* waren das besonders die zentralafrikanische *Antitrichia kilimandscharica* BROTH., die im westlichen N-Amerika vorkommende *Antitrichia gigantea* (SULL. & LESQ.) KINDB. und die taiwanesische *Antitrichia formosana* NOG. Im Umfeld von *A.*

*californica* SULL. sind dafür *Antitrichia breidleriana* SCHIFFEN., *Antitrichia tenella* KINDB. und *Antitrichia hispanica* (SCHIMP.) DALLA TORRE & SARNTH zu nennen. Ein Großteil der aufgeführten Sippen ist inzwischen in die beiden erstgenannten Arten integriert worden. Lediglich *A. gigantea* wird inzwischen als eigene Art akzeptiert; als mögliche vierte Art oder zumindest als Unterart von *A. curtispendula* wird die zentralafrikanische *A. kilimandscharica* betrachtet (HEDENÄS 2008, 2014).<sup>9</sup>

## 7 Zur Ökologie von *Antitrichia curtispendula*

*A. curtispendula* ist eine weit verbreitete Art. Sie kommt in großen Teilen Europas „vor allem in der temperaten und borealen Zone“ vor, im Norden bis Island und Spitzbergen, im Süden bis ins Mittelmeergebiet, im Osten bis Russland (NEBEL/PHILIPPI 2001; Band 2, S. 219). *A. curtispendula* wächst auch in Teilen Afrikas, Nord- und Süd-Amerikas und Asiens; man findet sie auf Madeira, den Kanarischen Inseln und auf Neuseeland (MÖNKEMEYER 1927; FRAHM & FREY 2004). Sie wächst in geeigneten Habitaten vom Tiefland bis in höhere Gebirgslagen, in den Alpen „bis über die Baumgrenze verbreitet“ (MEINUNGER & SCHRÖDER 2007; Band 3, S. 131). Die so genannte Waldbindung wird für alle 3 naturräumlichen Großregionen Deutschlands einheitlich mit M 2.1. (Wald wie im Offenland) und die Substratbindung mit Gestein, Totholz und Rinde besiedelnd angegeben (SCHMIDT et al. 2011). Die ökologischen Zeigerwerte nach Ellenberg lauten L 6, T 3, K 4, F 4, R 6. Das heißt, dass die Art als „subozeanisch, mit Schwerpunkt in Mitteleuropa, nach Osten ausgreifend“ (K 4) und als „Kühlezeiger, vorwiegend in subalpinen Lagen“ (T 3) angesehen wird. Nach der Lichtzahl (L 6) steht *A. curtispendula* zwischen den Halbschattenpflanzen und Halblichtpflanzen (etwa zwischen 20-30 % der relativen Beleuchtungsstärke). Die das „Gefälle der Bodenfeuchtigkeit“ anzeigende Feuchtezahl (F 4) ordnet die Art im Bereich von feuchten und mittelfeuchten Böden (Frischezeiger) ein. Mit der Reaktionszahl R 6 steht *A. curtispendula* im Bereich zwischen „Mäßigsäurezeiger“ und „Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger“ (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010).

*A. curtispendula* bevorzugt eine feuchtschattige Umgebung mit Aufwuchsflächen, die einen guten Wasserdurchfluss ermöglichen. Das Moos wächst auf Ästen und Stämmen von *Acer*, *Sorbus*, *Fraxinus* u. a. Laubholzgewächsen mit reicher Borke. *A. curtispendula* gedeiht auch auf Felsblöcken in Wäldern und an lichtreicheren Stellen am Rande von offenen Blockhalden; dort bevorzugt auf Gneis, Basalt und Kalk, weniger auf saurem Schiefergestein. Die Art wächst häufig an Orten, die „Hängewuchs“ ermöglichen. An Baumstämmen oder starken Ästen bilden die Pflanzen lockere, kurz herabhängende Rasen, manchmal auch dichtere Decken (Abb.



33). Dazwischen mischen sich oft andere Laubmoosarten mit ähnlichen Wuchsformen. An sehr luftfeuchten Standorten, z. B. in Schluchten oder in der Nähe von Wasserfällen, entstehen auch Reinbestände in umfangreichen lockeren Polstern. Oft ragen aus solchen Wuchsformen die gebogenen Endstücke der hängenden Sekundärsprosse deutlich heraus.

### Abb. 33

Typische Ausprägung einer epiphytischen Hängeform von *Antitrichia curtispendula* in der Nähe eines Wasserfalls im Ostertaltobel bei Gunzesried/Säge (Allgäu 2015). An solchen luftfeuchten Standorten entstehen auch Reinbestände in umfangreichen lockeren Polstern. Oft ragen aus solchen Wuchsformen die gebogenen Endstücke der hängenden Sekundärsprosse deutlich heraus. Das Art-Epithet im wissenschaftlichen Namen *Antitrichia curtispendula* bringt diese typische Erscheinung zum Ausdruck: *curtispendus* = kurz herabhängend. Auch die verschiedenen deutschen Namen des Moooses beziehen sich darauf: Hängendes Widerhakenmoos bzw. Hängendes Harpenspitzenmoos oder eben kurz „Hängemoos“.

Das Art-Epithet im wissenschaftlichen Namen *Antitrichia curtispendula* bringt diese typische Erscheinung zum Ausdruck: *curtispendus* = kurz herabhängend. Auch die verschiedenen deutschen Namen des Moores beziehen sich darauf: Hängendes Gegenhaarmoos, Herabhängendes Ringmoos, Hängendes Widerhakenmoos bzw. Hängendes Harpunenspitzenmoos oder eben kurz „Hängemoos“.

Die Sporophyten-Generation ist bei dieser zweihäusigen Art nicht häufig. Sie bildet sich meist nur an optimalen Standorten aus. Die Sporogone „reifen im Herbst, Winter oder im nächsten Frühjahr“ (RABENHORST, 1863, S. 531); nach anderen Angaben erst im Frühjahr (MÜLLER, 1853, S. 390; SMITH, 1978, S. 503).

*A. curtispendula* wird an allen im Erzgebirge neu gefundenen Standorten besonders von *Hypnum cupressiforme* und zusätzlich von Arten der Laubmoos-Gattung *Brachythecium* begleitet (vorwiegend *Brachythecium salebrosum* und *Brachythecium rutabulum*). Die beobachteten Gesellschaften ähneln der Assoziation *Antitrichietum curtispendulae* Waldh. 1944. *A. curtispendula* gilt als hochempfindliche Art gegenüber Veränderungen der Umwelt, besonders gegenüber chemischen und klimatischen Belastungen und anderen lebensfeindlichen Veränderungen. Verbreitung und Vermehrung sind von ihrer geringen Toleranz gegenüber solchen Störungen abhängig. Aufgrund seiner biosensitiven Eigenschaften wäre *A. curtispendula* durchaus als Zeigerart zum Biomonitoring geeignet, ist aber auf Grund seiner Seltenheit bei uns kaum dafür nutzbar.

Für eine effektive Nutzung von ausgewählten Moos- und Flechtenarten zum Anzeigen von natürlichen und anthropogen beeinflussten Umweltzuständen sollten allgemein einige Sachverhalte stärker als bisher beachtet werden:

a) Durch differenzierte Auswertung von Kartierungsergebnissen über einen größeren Zeitraum können gute Aussagen über die Gesamtwirkung der Standortfaktoren auf die Vitalität und die Fitness von Moospopulationen bzw. über die Abhängigkeit der Moospopulationen von anthropogenen Schadfaktoren gewonnen werden. Zusätzlich zu einer gründlichen Kartierung größerer Flächen können durch entsprechende Wiederholungen in einem bestimmten zeitlichen Rhythmus umfangreichere und aussagekräftigere Datenmengen gewonnen werden. Allerdings sind auf dem beschriebenen Kartierungsweg nur korrelierende Zustände erfassbar. Auf deren Grundlage lassen sich aber Hypothesen ableiten. Durch nachfolgende Laborversuche bzw. Transplantationsversuche können kausale Zusammenhänge erkannt werden (FRAHM 1998).

b) Zur Messung von Umweltfaktoren, die als Zeigerwerte genutzt werden können (z. B. der pH-Wert der Borke des Trägerbaumes), werden zuverlässige und praktikable Methoden gebraucht (WERNER 1998, S. 101 ff.).

c) Die umweltrelevante Aussagekraft von ermittelten Zeigerwerten muss im Zusammenhang mit den Besonderheiten der Trägerbäume und den räumlichen und mikroklimatischen Verhältnissen am Standort betrachtet werden.

d) Neben der Kenntnis der physiologischen Potenz der jeweiligen Moosart gegenüber einzelnen Umweltfaktoren sind zusätzlich sichere Kenntnisse ihrer ökologischen Potenz, also ihrem Verhalten unter den spezifischen Gesamtbedingungen am Standort, erforderlich.

e) Umweltrelevante Aussagen sind durch Zeigerwerte nur innerhalb eines eindeutig definierten Bedingungsgefüges (Lokalbedingungen) des untersuchten Areals sinnvoll und verwertbar. Bei der Deutung des Vorkommens von Kryptogamenarten bzw. der Artenzahl und des jeweiligen Deckungsgrades auf der Grundlage von dort gemessenen Umweltparametern müssen u. a. auch Exposition (Nord- bzw. Südhang), Relief, Neigung und die konkrete Position der untersuchten Art am Standort (bei Hanglagen z. B. an der Oberkante, im Mittelbereich oder an der Basis) berücksichtigt werden (KOCHANIEWICZ 2006; S. 82 ff.). Der praxisbezogene Umgang mit Zeigerwerten erfordert also auch gute Kenntnisse über örtliche Gegebenheiten.

f) Es müssen geeignete Experimentier- und Messeinrichtungen eingesetzt werden, um den Einfluss einzelner Umweltfaktoren, z. B. die aktuell hohen atmosphärischen Stickstoff-Einträge, auf die Ausprägung und Entwicklung von Kryptogamengesellschaften praxisnah zu untersuchen. Die Stickstoffmissionen haben unterschiedliche messbare Wirkungen auf die verschiedenen Moosarten; daraus ergeben sich in der Praxis anwendbare Verfahren zur Bioindikation (FRANZEN-REUTER 2004).

g) Die Untersuchung der Toleranz von Moos- und Flechtenarten gegenüber der trockenen Deposition von Salzen, hier speziell von Ammoniumnitrat, auf der Borke der Trägerbäume und auf der Oberfläche der Kryptogamen liefert neben neuen Erkenntnissen über physiologische bzw. biochemische Abläufe in Moosen und Flechten auch Hinweise für ein verbessertes Biomonitoring (FRAHM et al. 2009a/ 2009b).

## 8 Gefährdung und Schutz der epiphytischen Kryptogamen und ihrer Lebensräume

Epiphytenstandorte sind temporäre Standorte; denn die Trägerbäume haben eine zeitlich begrenzte Existenz. Durch natürliche Alterungsprozesse der Bäume und Sukzessionen in Waldökosystemen kommt es zu Verlusten an Trägerbäumen. Zusätzlich verstärken plötzliche und zufällige Naturereignisse (Wind- und Schneebruch, Feuer, Insektenkalamitäten u. a.) diesen ständigen Wechsel. Vielfältige forstwirtschaftliche Maßnahmen (Ausforstung, Wegebau, Kahlschlag, Waldumbau) beeinflussen diese Dynamik wesentlich. Insgesamt werden durch solche Einflüsse viele Parameter des jeweiligen Habitats in kaum vorhersehbarer Weise ständig verändert. Der prognostizierte weitergehende Klimawandel könnte sich zusätzlich und deutlicher als bisher auf Struktur und Dynamik von Ökosystemen auswirken. Für das Bundesland Sachsen gibt es hierzu relativ klare Vorhersagen: „Für die wärmeliebenden und an Trockenheit angepassten Arten ist [...] eine Ausbreitung nach Norden und in höhere Lagen der Gebirge wahrscheinlich.“ Dagegen rechnet man bei Arten, „die an kühle und feuchte Bedingungen angepasst sind“ mit starken Veränderungen und Verlusten (SMUL 2015; S. 103). Über das konkrete Ausmaß des künftig stattfindenden Wandels in den einzelnen Regionen, Ökosystemen und Habitaten wissen wir allerdings noch zu wenig. Durch systematische Umweltbeobachtungen mithilfe eines differenzierten Klimafolgenmonitorings (in den Bereichen Phänologie, Biodiversität, Wasserhaushalt, Boden, Land- und Forstwirtschaft) können präzisere Kenntnisse gewonnen werden (SMUL 2015, S. 126 ff.). In einem Netz von Dauerbeobachtungsflächen werden z. B. Witterungsverläufe und phänologische Ereignisse erfasst. Daraus lassen sich Orientierungen für regulierende Anpassungen an den Klimawandel gewinnen. Die bisherigen Messergebnisse lokaler Dauerbeobachtungsflächen (DBF) bestätigen die prognostizierten Trends auch für das mittlere Erzgebirge.

Im Zuge der angedeuteten großräumigen Veränderungen der Umwelt wird es auch zu weiteren Veränderungen der dort etablierten Kryptogamengesellschaften kommen. Sollte sich der angedeutete Klimatrend weiter fortsetzen, muss das für *A. curtispindula* nicht unbedingt ungünstig sein. Denn in den großen zusammenhängenden Waldgebieten, z. B. im Bornwald mit den beiden Talsperren und besonders auch im Erzgebirgskammbereich, kann trotz der Erwärmung eher mit einem Erhalt oder einer weiteren Ausbreitung der Art gerechnet werden. Die bei Erwärmung weiterhin starke Verdunstung und die große Anzahl von Nebeltagen kommen ihren Lebensansprüchen entgegen. In anderen Regionen Sachsens ist dagegen mit einer weiteren Ausbreitung der Art kaum zu rechnen. Die schon genannten Wirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität und die Stabilität von Ökosystemen werden durch eine allgemeine Eutrophierung vieler Habitate überlagert und zusätzlich verstärkt. Die hohen Stickstoff-Einträge in die Kultur- und Naturlandschaften wirken sich zunehmend auf die Vitalität und Fitness der gesamten Organismenwelt aus; also auch auf die in den Ökosystemen vorhandenen Kryptogamen-Populationen. Sie können je nach den Ansprüchen der einzelnen Arten fördernd oder hemmend sein. Weitere Folgeschäden für die auf Borke siedelnden Moose und Flechten ergeben sich durch Krankheiten der Trägerbäume, deren Entstehung mit dem Klimawandel und der Eutrophierung zusammenhängt. So kommt es an Rotbuchen (*Fagus sylvatica*), die von der Buchenkomplexkrankheit<sup>10</sup> befallen sind, häufig zu umfangreichen gelartig-schleimigen Überzügen von grüner, gelber bis brauner Farbe, die nach Austrocknung eine graue bis schwärzliche Kruste bilden (Abb. 34). Oft sterben die betroffenen Moos- und Flechtengesellschaften im Verlaufe dieser Überlagerungen ab. Untersuchungen haben gezeigt, dass es sich dabei um eine Gallertschicht aus einzelligen Grünalgen handelt, in der auch Pilzhyphen eingebettet sind. Ob solche korrelierenden Parallel- und Folgeschäden an Kryptogamen unmittelbar mit den N-Einträgen zusammenhängen wird gegenwärtig bearbeitet (HANS & KOOPMANN 2006). Im Erzgebirge werden zunehmend ähnliche Veränderungen an Moosen und Flechten auf der Borke von Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) beobachtet. Eine weitere zusätzliche Schädigung von epiphytischen Moospopulationen wird durch Luftalgen der Gattung *Trentepohlia* bewirkt. Besonders auf Eschen- und Ahornstämmen fallen die großflächigen ziegelroten Überzüge auf; dort überwuchern sie die möglicherweise bereits vorgeschädigten Moospflanzen (Abb. 35).

Um einen Überblick über das aktuelle Arteninventar zu behalten, Ausbreitungstendenzen und Gefährdungsursachen zu erkennen, werden seit Jahrzehnten Rote Listen für die verschiedenen Organismengruppen er-



**Abb. 34**

Berg-Ahorn mit kranken und absterbenden Moospflanzen. Die Mooslager bzw. Moospolster sind bräunlich oder hellgrün verfärbt; andere sind von schwärzlichen Belägen durchsetzt. Solche Beläge sind anfangs gelartig weich und gelbgrün gefärbt; später verkrusten sie allmählich und werden braun bis schwärzlich. Bei Untersuchungen konnten besonders einzellige Grünalgen und Pilzhyphen gefunden werden.



**Abb. 35**

An den Stämmen von Esche und Ahorn wachsen zunehmend großflächig verschiedene „Luftalgen“ der Gattung *Trentepohlia*, z. B. *Tr. umbrina*. Sie überwuchern oft ganze Moospolster und bringen diese dadurch zum Absterben.

stellt. Für die Moose sind in Sachsen im Verlaufe von knapp zwei Jahrzehnten 3 Rote Listen aufgestellt worden (1991, 1998, 2008). Das Erfassen, Bewerten und Einstufen von Moosarten in Roten Listen ist zunächst nur ein bürokratischer Akt; denn diese Bestandsaufnahme erfolgt willkürlich und teilweise auch oberflächlich (SEIFERT 2009 a und 2009 b). Für den Schutz der in den Roten Listen erfassten Arten bzw. deren Standorte hat das unmittelbar keinerlei Folgen. Wenn aus der jeweils eingeschätzten Situation (d. h. die kurzfristigen und längerfristigen Bestandstrends, der Gefährdungsgrad und die vermuteten Gefährdungsursachen) keine Schlussfolgerungen für die Erhaltung der gefährdeten Arten und ihrer konkreten Standorte gezogen werden, also keine konkreten Maßnahmen folgen, ist der betriebene Aufwand nutzlos. Die mit bryologischer Feldarbeit befassten Laien fragen sich oft, wie sinnvoll der Auflistungs- und Einstufungsdrang eigentlich ist, wenn nur wenig Konkretes folgt: Worin besteht denn die oft formulierte „besondere Verantwortung“ einzelner Bundesländer für bestimmte seltene Arten? Müssen in solchen Fällen besondere staatliche Schutzmaßnahmen getroffen werden? Sollten beispielsweise verbindliche Vereinbarungen zum Schutz der betreffenden Standorte (Baum, Fels, Bodenbereich usw.) mit den Eigentümern bzw. Nutzern des entsprechenden Naturbereichs getroffen werden? Wie können solche Maßnahmen kontrolliert werden? Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, dass zumindest die staatlichen Institutionen mit Eigeninitiativen von Laien oder örtlichen Arbeitsgemeinschaften rechnen. Sie scheinen sich sogar darauf zu verlassen, ohne zu beachten, dass solche „kleinen

Maßnahmen“ meist nur sehr begrenzt wirksam sind und keinen rechtlich verbindlichen Charakter haben. All zu oft kommt es dabei zu unvermeidlichen Konflikten mit parallel verlaufenden Handlungen der Besitzer bzw. Pächter von landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen. Die immer wieder einmal einvernehmlich durchgeführten und gelungenen „Schutzaktionen“ sind zwar aner kennenswert, werden aber bei weitem nicht ausreichen. Die unerlässlichen „kleinen Maßnahmen“ zum Schutz von Epiphytenstandorten haben nur dann einen bleibenden Wert, wenn sie durch eine solide Naturschutzstrategie gefördert und gestützt werden. So wird auch eine nachhaltige Einflussnahme auf die staatliche Landschaftsplanung und die darauf aufbauende territoriale Landnutzung möglich. Um ein effektives Biodiversitätsmanagement zu schaffen und gleichzeitig eine an den Klimawandel angepasste Landnutzung zu erreichen, setzt das sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft auf eine „no regret-Strategie“ und auf Synergiewirkungen aus den Planungsschwerpunkten (SMUL 2015, S. 111 ff.).

Mit bleibenden Erfolgen bei der Erhaltung und Pflege von Kryptogamenstandorten kann man also erst dann rechnen, wenn einige im Komplex wirkende Bedingungen erfüllt sind:

- a) Durch die Schaffung großer zusammenhängender Naturräume ohne jegliche Nutzung (ermöglichte „Wildnis“!) werden günstige Voraussetzungen geschaffen, die vielen Arten Entwicklungs- und Ausbreitungsmöglichkeiten bieten. Dabei muss jedem auch klar sein, dass durch diesen „gestatteten Selbstlauf“ sich die Ausbreitungschancen der verschiedenen Arten nun weniger nach menschlichem Ermessen (und Wünschen!) richten sondern nach den Präferenzen der Arten. Auch an unerwartete (oder gar unerwünschte!) Folgen wird man sich dort gewöhnen müssen.
- b) Durch einen erweiterten Prozessschutz könnten die durch den Klimawandel bedingten Naturentwicklungen besser beobachtet werden. Auf entsprechenden Referenzflächen könnten auch die Kriterien für Rote-Liste-Arten einmal sinnvoll angewendet und überprüft werden.
- c) Für den Artenschutz werden gründliche Kenntnisse über die unterschiedlichen Ansprüche der verschiedenen Organismenarten an das Habitat gebraucht, um durch darauf aufbauende Maßnahmen gute Existenzbedingungen zu sichern.
- d) Zur weiteren Absicherung von Maßnahmen des Artenschutzes und der Biotoppflege werden mehr Potenzialflächen (Ausweichhabitate) und größere Pufferflächen gebraucht.
- e) Im Zusammenhang mit den verschiedenen Funktionen der jeweiligen Ökosysteme bzw. deren Teilen muss Klarheit über die naturschützerische Zielstellung bestehen: Haben am konkreten Ort wirtschaftliche oder landeskulturelle Aspekte den Vorrang? Geht es vordergründig um die Erhaltung und Mehrung von Biodiversität (bis hin zur künstlichen und aufwändigen Förderung von Raritäten?) oder um eine vielfältige wirtschaftliche Nutzung mit weit reichenden Auswirkungen auf die Existenz bzw. die Lebensqualität vieler Arten?
- f) Die Entwicklung von epiphytischen Moosgesellschaften muss also stärker als bisher unter solchen übergreifenden Aspekten betrachtet werden. Um unrealistische Hoffnungen zu vermeiden und die Erfolgswahrscheinlichkeit zu erhöhen, sollten solche „Naturmodelle“ bevorzugt werden, die durch ihre ganzheitliche und dynamische Struktur die natürlichen Verhältnisse besser widerspiegeln können. Im Bereich der Erhaltung und Pflege von Epiphytenstandorte wäre das „Mosaik-Zyklus-Konzept“ geeignet.

## Dank

Herr Jens Nixdorf (Scharfenstein) unterstützte mich oft bei der Suche nach epiphytischen Moosen im Erzgebirge und überließ mir die Daten seiner *Antitrichia*-Funde. Herr Dr. Frank Müller (Dresden) führte einige Nachkontrollen zu unseren Bestimmungen durch und half bei der Beschaffung von aktueller bryologischer Fachliteratur. Zusätzlich stellte er mehrere historische Originalproben aus dem Herbarium Dresdense als Untersuchungsmaterial zur Verfügung. Wie immer unterstützte mich meine Frau Agathe in allen Bereichen, die zur Fertigstellung des Aufsatzes notwendig waren. Sie half bei der organisatorischen Vorbereitung von Exkursionen, beim genauen Übertragen der gesammelten Daten und zusätzlich beim Korrekturlesen. Der Direktor des Naturkundemuseums Chemnitz, Herr Prof. Dr. Ronny Rößler, hat durch seine bewährte und sorgfältige redaktionelle Arbeit zum Gelingen des Artikels beigetragen. Bei allen Genannten möchte ich mich für die jeweilige besondere Unterstützung ganz herzlich bedanken.

## Literatur

- AREND, J.-P.; EISENBARTH, E. & PETERCORD, R. (2006): Buchenkomplexkrankheit in Luxemburg und Rheinland-Pfalz – Schadsymptome, Ausmaß und Entwicklung der Schäden. – Veröffentlichungen der Landesforsten Rheinland-Pfalz Nr. 59/2006.
- BIEDERMANN, S.; MÜLLER, F. & SEIFERT, E. (2014): Neu- und Wiederfunde für die Moosflora Sachsens. *Herzogia*, **27** (1): 215-219.
- BIEDERMANN, S. & MÜLLER, F. (2011): Neue und interessante Moosfunde aus Sachsen. *Herzogia*, **24** (2): 385-388.
- BRIDEL-BRIDERI, S. E. (1812): *Muscologiae recentiorum supplementum. Pars II.* Gotha.
- BRIDEL-BRIDERI, S. E. (1819): *Muscologiae recentiorum supplementum. Pars IV. Mantissa generum specierum-que muscorum frondosorum universa.* Gotha.
- DILLENIUS, J. J. (1741) *Historia muscorum.*
- DÜLL, R. (1990): *Exkursionstaschenbuch der Moose.* Bad Münstereifel (IDH-Verlag).
- ELENBERG, H. & LEUSCHNER, C. (2010): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen.* Stuttgart (Ulmer).
- FRAHM, J.-P. (1998): *Moose als Bioindikatoren.* Wiesbaden (Quelle & Meyer Verlag).
- FRAHM, J.-P. & EGGERS, J. (2001): *Lexikon deutschsprachiger Bryologen.* Norderstedt (Selbstverlag der Autoren).
- FRAHM, J.-P. & FREY, W. (2004): *Moosflora.* Stuttgart (Ulmer).
- FRAHM, J.-P. (2008): Die Zunahme von epiphytischen Hängemoosen in Europa am Beispiel einer Lokalität in den Vogesen – *Archive for Bryology*, **35**: 1-10.
- FRAHM, J.-P.; JANSSEN, A.-M.; SCHUMACHER, J.; THÖNNES, D.; HENSEL, S.; HEIDELBACH, B. & ERLER, D. (2009): Das Nitrophytenproblem bei epiphytischen Flechten – eine Synthese. *Archive for Lichenology*, **5**: 1-8.
- FRANZEN-REUTER, I. (2004): *Untersuchungen zu den Auswirkungen atmosphärischer Stickstoffeinträge auf epiphytische Flechten und Moose im Hinblick auf die Bioindikation.* – Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- FREY, W.; FRAHM, J.-P.; FISCHER, E. & LOBIN, W. (1995): *Die Moos- und Farnpflanzen Europas.* Stuttgart. Jena, New York (Gustav Fischer Verlag).
- GRÜNBERG, H.; ECKSTEIN, J.; MARSTALLER, R.; MEINUNGER, L.; PREUSSING, M.; RETTIG, J.; SCHRÖDER, W.; THIEL, H. & HENTSCHEL, J. (2014): Bemerkenswerte Moosfunde in Thüringen und Nordbayern. *Hausknechtia*, **13**: 13-44.
- HALLER, A. (1768): *Historia stirpium indigenarum Helvetiae. Tomus III.* Bern.
- HAMPE, E. (1873): *Flora Hercynica.* Halle (Schwetschke'scher Verlag). Faksimile-Nachdruck (1995) durch Botanischen Arbeitskreis Nordharz e. V. (Quedlinburg).
- HANS, F. & KOOPMANN, R. (2006): *Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Buchenkomplexkrankheit und den Absterberaten epiphytischer Moose im Luxemburger Oesling.* – Veröffentlichungen der Landesforsten Rheinland-Pfalz Nr. 59/2006.
- HEDENÄS, L. (2008): Molecular variation and speciation in *Antitrichia curticipendula* s. l. (Leucodontaceae, Bryophyta). – *Botanical Journal of the Linnean Society*, **156**: 341-354.
- HEDENÄS, L.; REISBORG, C. & HALLINGBÄCK, T. (2014): Nationalnickeln till Sveriges flora och fauna. Bladmossor: Skirmossor – baronmossor. Bryophyta: *Hookeria* – *Anomodon*. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- HEDWIG, J. (1801): *Species muscorum frondosorum.* Leipzig.
- HOOKE, W. J. & TAYLOR, TH. (1818): *Muscologia Britannica.* London.
- HÜBENER, J.W.P. (1833): *Muscologia Germanica oder Beschreibung der Deutschen Laubmoose.* Leipzig (bei Friedrich Hofmeister).
- IGNATOV, M. & IGNATOVA E. (2004): Flora mikhailovskoi chasti evropejskoj Rossii. *Arctoa* **11** (Suppl. II).
- KOCHANIEWICZ, G. (2006): *Epiphytische Moose und Flechten auf Buche, Tanne und Fichte im Südschwarzwald unter dem Einfluss von Klima und Bewirtschaftung.* – Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br.
- KOPERSKI, M. (2011): *Die Moose des Nationalparks Harz. Eine kommentierte Artenliste.* Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz. Band **8**.
- LINNÉ, C. (1753): *Species plantarum. Tomus II.*
- MARSTALLER, R. (2006): *Die Moosgesellschaften des Naturschutzgebietes „Spittelgrund“ bei Tambach-Dietzharz (Landkreis Gotha und Schmalkalden-Meiningen).* – *Abh. Ber. Mus. Nat. Gotha*, **24**:115-140.

- MARSTALLER, R. (2008): Die Moosgesellschaften am Seeberg und im Gebiet der Drei Gleichen zwischen Gotha und Arnstadt unter besonderer Berücksichtigung der Naturschutzgebiete. – Abh. Ber. Mus. Nat. Gotha, **25**: 95-136.
- MARSTALLER, R. (2008): Die Moosgesellschaften des Naturschutzgebietes „Anstein“ bei Leutersdorf (Landkreis Schmalkalden-Meiningen). – Veröffentlichungen Naturhist. Museum Schleusingen, **23**: 13-28.
- MEINUNGER, L. & SCHRÖDER, W. (2007): Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. Band 3. Regensburg (Regensburger Bot. Ges.).
- MIGULA, W. (1904): Kryptogamen-Flora von Deutschland, Deutsch-Österreich und der Schweiz. Band 1: Moose. Gera (Fr. v. Zezschwitz Bot.Verl.).
- MÖNKEMEYER, W. (1927): Die Laubmoose Europas. Leipzig (Akademische Verlagsgesellschaft).
- MÜLLER, K. (1853): Deutschlands Moose oder Anleitung zur Kenntnis der Laubmoose Deutschlands, der Schweiz, der Niederlande und Dänemarks. Halle (Schwetschke'scher Verlag).
- MÜLLER, F. (1996): Artenliste der Moose Sachsens. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Dresden.
- MÜLLER, F. (1998): Rote Liste Moose. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Dresden.
- MÜLLER, F. (2004): Verbreitungsatlas der Moose Sachsens. Tauer (Iutra).
- MÜLLER, F. (2008): Rote Liste der Moose Sachsens. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Dresden.
- MÜLLER, F. & OTTE, V. (2008): Moos- und Flechtengesellschaften. Verzeichnis und Rote Liste der Moos- und Flechtengesellschaften Sachsens. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Dresden.
- MÜLLER, J. (2013): *Antitrichia curtispindula* (HEDW.) BRID. zurück in Brandenburg. – *Limprichtia*, **30** (3): 1-5.
- NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (Hrsg) (2001): Die Moose Baden-Württembergs. Band 2; Stuttgart (Ulmer).
- RABENHORST, L. (1848): Deutschlands Cryptogamen-Flora, Bd. 2. Leipzig.
- RABENHORST, L. (1863): Kryptogamen-Flora von Sachsen, der Ober-Lausitz, Thüringen und Nordböhmen. Leipzig (Verlag von Eduard Kummer).
- RIEHMER, E. (1926): Die Laubmoose Sachsens, 1. Hälfte. – Sitzungsber. Abh. Naturwiss. Ges. Isis Dresden, **1925**: 24-72.
- RIEHMER, E. (1927): Die Laubmoose Sachsens, 2. Hälfte. – Sitzungsber. Abh. Naturwiss. Ges. Isis Dresden, **1926**: 17-95.
- SCHADE, A. (1958): Gottlob Heinrich Bock (Candidat Bock“) und Friedrich Weinhold Rodig. Leben und kryptogamische Hinterlassenschaft zweier sächsischer Floristen aus der Zeit um 1800. – Nova Acta Leopoldina NF Nr. 137; Leipzig (Johann Ambrosius Barth Verlag).
- SCHMIDT, M.; KRIEBITZSCH, W.-U. & EWALD, J. (2011): Waldartenlisten der Farn- und Blütenpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands. Bonn, Bad Godesberg (Bundesamt für Naturschutz)
- SCHUBERT, R. (2008): Die Moosgesellschaften des Nationalparks Harz. – Mitt. zur floristischen Kartierung in Sachsen-Anhalt. Sonderheft **5**: 80 S.
- SCHUBERT, R. (2009): Synopsis der Moosgesellschaften Sachsen-Anhalts. – *Schlechtendalia*, **18**.
- SEIFERT, E. (2009a): Epiphytische Moose im Erzgebirge (1997-2008). Spezial 8, Naturpark Erzgebirge Vogtland.
- SEIFERT, E. (2009b): Bemerkenswerte Funde epiphytischer Moose im Erzgebirge im vergangenen Jahrzehnt (2000-2009) – praktische und theoretische Probleme der Artbestimmung. – Veröff. Museum für Naturkunde Chemnitz, **32**: 55-92.
- SMITH, A. J. E. (1978): The Moss Flora of Great Britain & Ireland. Cambridge (University Press).
- SMUL (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Hrsg.) (2015): Klimawandel in Sachsen – wir passen uns an!
- WERNER, J. (1998): Epiphytische Kryptogamen und pH-Wert – ein Beitrag zur ökologischen Charakterisierung von Borkenoberflächen. – *Herzogia*, **13**: 107-111.

**Abbildungsnachweise:** Die Abbildungen 1 bis 16 und 18 bis 35 stammen vom Autor des Aufsatzes. Diese Fotos wurden mit einer Nikon coolpix 4500 bzw. einer Nikon coolpix P500 angefertigt. Für die Mikroaufnahmen wurden ein Zoom-Stereo-Mikroskop XTS 20 bzw. ein Mikroskop Primophot binokular, Planachromat verwendet. Die Abbildung 17 stammt aus Google Maps.

<sup>1</sup> Ähnliches wurde auch in Brandenburg beobachtet, wo die Art im Jahre 2012 in einer ungenutzten Obstplantage auf Süßkirsche auftauchte (MÜLLER 2013).

<sup>2</sup> Gegenwärtig wird die Gattung *Antitrichia* innerhalb der Abteilung *Bryophyta* (Moose) bzw. der Unterabteilung *Bryophytina* (Laubmoose) zur Klasse der *Bryopsida* (Laubmoose i. e. S.) bzw. der Unterklasse *Bryidae* (Echte Laubmoose) gestellt. Innerhalb der *Bryidae* gehört *Antitrichia* zur Ordnung *Neckerales* und dort zur Familie *Leucodontaceae* (FRAHM 2001, 2004; Hedenäs 2007, 2014).

<sup>3</sup> Die von den jeweiligen Autoren in lateinischer Sprache verfassten Beschreibungen wurden von mir ins Deutsche übersetzt.

<sup>4</sup> Das oben erwähnte letzte belegte sächsische Vorkommen am Löbauer Berg aus dem Jahre 1923 führt Riehmer, obwohl er neben Winter und Feurich als Finder angegeben wird, in seinem Laubmoos-Bericht in der „Iris“ 1927 nicht mit auf!

<sup>5</sup> Die zeitlichen Unterschiede bei Riehmer und Schade zur Datierung von Bocks Sammeltätigkeit sind wohl durch die persönliche Verbindung und Zusammenarbeit von Gottlob Heinrich Bock mit Friedrich Weinhold Rodig (1770 – 1844) zu erklären (SCHADE, 1958, S. 69 ff).

<sup>6</sup> Nicht selten kommt es zur unbegründeten Verallgemeinerung der Häufigkeit von Vorkommen als Trugschluss der Bearbeiter (vergl. dazu auch HAMPE Flora Hercynica 1873 und über das Vorkommen im Harz bei KOPERSKI 2011).

<sup>7</sup> Die zur morphologischen Charakterisierung einer Moosart verwendeten Fachbegriffe findet man in den verschiedensten Florenwerken und Bestimmungsbüchern, jeweils in diversen Abwandlungen und Kombinationen, immer wieder. Sie lassen sich bis auf die Artdiagnosen zurückverfolgen und sind zum Beschreiben unverzichtbar. Sie werden also auch hier so verwendet.

<sup>8</sup> Früher wurden solche Pflanzen mit auffälligen „Kätzchen“ als „*rugulosa*“-Formen bezeichnet. Man maß ihnen kaum eine taxonomische Bedeutung bei. Auch heute werden sie kaum beachtet. Nur wenige Bryologen sammeln zielgerichtet solche „Kürisitäten“, z. B. Herr Bernhard Kaiser aus Velden/Mittelfranken. Nur in einem besonders typischen Fall hat man in der neueren Zeit eine Ausnahme gemacht: *Hypnum heseleri* ANDO & HIGUCHI, vermutlich nur eine somatische Mutante von *Hypnum cupressiforme*, wurde 1994 trotzdem als neue Art beschrieben. Die ominösen *Hypnum*-Pflanzen mit taxonomisch unklarem Status gelten weltweit als sehr selten, werden aber auch leicht übersehen. Unter den im Erzgebirge von S. Biedermann, J. Nixdorf und E. Seifert gefundenen *Hypnum*-Pflanzen mit typischem Kätzchenwuchs war mindestens eine als *Hypnum heseleri* anzusehen (MÜLLER 2004, MEINUNGER & SCHRÖDER 2007, SEIFERT 2009 b S. 77).

<sup>9</sup> Lars Hedenäs konnte durch molekulargenetische Untersuchungen die molekularen Variationen bei *Antitrichia curtispindula* s. l. (s. l. = sensu lato = im weiteren Sinne = *Antitrichia curtispindula* agg.) weiter aufklären und Schlussfolgerungen hinsichtlich der evolutionären Ereignisse und der Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb des gesamten Artkomplexes ziehen (HEDENÄS 2008, S. 341 – 354). Nach Hedenäs weisen die festgestellten molekularen Veränderungen darauf hin, dass die Sippen im westlichen N-Amerika zu einer anderen Art als jene der Alten Welt gehören: „It is therefore suggested that *A. gigantea* and *A. curtispindula* are recognized as two separate closely related species.“ Neben dieser vorwiegend an der Westküste Nordamerikas vorkommenden Art *Antitrichia gigantea* existiert eine aus den Sippen der Alten Welt bestehende *Antitrichia curtispindula* s. str. (s. str. = sensu stricto = im engeren Sinne). Auch innerhalb von *Antitrichia curtispindula* s. str. konnten deutliche genetische Unterschiede ermittelt werden, die darauf hindeuten, dass zwischen 2 ermittelten Hauptgruppen keine Hybridisierung mehr stattfindet. *Antitrichia curtispindula* s. str. könnte sich gegenwärtig also aus zwei kryptischen Arten zusammensetzen: „Hybridization was revealed within but not between the two main *A. curtispindula* s. str. haplotype groups. As these are partly sympatric, [...] it seems likely that these two haplotyp groups are actually cryptic species.“ (HEDENÄS 2008; S. 348 und S. 349). Solche Kryptospezies weisen zwar keinerlei morphologische Unterschiede auf, haben sich aber im Verlaufe der Evolution genetisch soweit getrennt, dass kein Genaustausch mehr stattfindet (Isolation). Als Auslöser solcher divergierender Ereignisse werden in diesem Fall Klimaänderungen während des Pleistozäns genannt. Innerhalb einer der beiden Hauptgruppen von *A. curtispindula* s. str. findet sich in Zentralafrika eine abweichende genetische Linie, die unterschiedlich als eigene Art oder zumindest als Unterart *A. curtispindula* subsp. *kilimandscharica* bewertet werden kann. Dagegen ist eine Anerkennung der südostasiatischen *A. formosana* durch molekulare Differentiation nicht gerechtfertigt (HEDENÄS 2008).

<sup>10</sup> Die Buchenkomplexkrankheit wird als Endstadium der 1878 durch R. Hartig bekannten gewordenen Buchenrindennekrose aufgefasst. Oft werden in kontroverser Diskussion Standortverhältnisse, waldbauliche Maßnahmen und ökologischer Stress für das Auftreten der gefährlichen Krankheit verantwortlich gemacht (AREND et al. 2006, HANS & KOOPMANN 2006). Daneben diskutiert man die gegenwärtig hohen N-Einträge als fördernden und verstärkenden Auslöser. Besonders in fortgeschrittenen Stadien der Krankheit treten korrelierende Schäden an den auf der Borke der Rotbuchen siedelnden Epiphytengesellschaften auf.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz](#)

Jahr/Year: 2016

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Seifert Erhard

Artikel/Article: [Das Laubmoos \*Antitrichia curtispindula\* \(Hedw.\) Brid. in Sachsen 55-82](#)