Jahrb. Bochumer Bot. Ver.	15	58–103	2024

Orthotrichaceae (*Bryophyta*) in der Stadt Aachen und Umgebung Teil 1: Einführung und unkritische Arten*

F. WOLFGANG BOMBLE

Kurzfassung
Die *Orthotrichaceae* der Stadt Aachen und umgebender Teile Belgiens, der Niederlande und der Städteregion Aachen wurden kartiert und jahrelang intensiv studiert. Neben Morphologie, Verbreitung und Ökologie aller Arten wurde die Phänologie der sporulierenden Arten untersucht. Über Feldmerkmale und Abbildungen bietet die Arbeit zudem eine Bestimmungshilfe für Geländebeobachtungen. Behandelt werden in diesem ersten Teil folgende Arten: *Nyholmiella obtusifolia*, *Orthotrichum anomalum*, *O. columbicum*, *O. cupulatum* s. str., *O. diaphanum*, *O. nudum* (= *O. cupulatum* var. *riparium*), *O. patens*, *O. pulchellum*, *O. stramineum*, *Plenogemma phyllantha*, *Pulvigera lyellii*, *Zygodon conoideus*, *Z. dentatus*, *Z. rupestris* und *Z. viridissimus* s. str.

Abstract: *Orthotrichaceae* (*Bryophyta*) in the municipal area of Aachen and surrounding regions. Part 1: Introduction and non-critical species.
The *Orthotrichaceae* of the city of Aachen and surrounding parts of Belgium, the Netherlands, and the Aachen City Region have been mapped and intensively studied for years. In addition to the morphology, distribution, and ecology of all species, the phenology of sporulating species has been investigated. The study also provides field characteristics and illustrations to aid in species identification during field observations. The following species are covered in this first part: *Nyholmiella obtusifolia*, *Orthotrichum anomalum*, *O. columbicum*, *O. cupulatum* s. str., *O. diaphanum*, *O. nudum* (= *O. cupulatum* var. *riparium*), *O. patens*, *O. pulchellum*, *O. stramineum*, *Plenogemma phyllantha*, *Pulvigera lyellii*, *Zygodon conoideus*, *Z. dentatus*, *Z. rupestris* and *Z. viridissimus* s. str.

1 Einleitung

Die *Orthotrichaceae* sind bekanntermaßen artenreich und nicht einfach anzusprechen. Viele Arten sind Epiphyten, andere wachsen epilithisch oder wechseln zwischen beiden Untergründen. Nachdem durch SO_2-Immissionen die Epiphyten-Bestände Mitteleuropas stark dezimiert waren, kommt es seit einigen Jahren zu einer Wiederbesiedlung, im Rahmen derer diverse Arten wieder häufiger geworden und andere erstmalig aufgetreten sind. Der Verfasser hat in diesen Umbruchzeiten, die noch nicht beendet sind, die *Orthotrichaceae* in der Stadt Aachen und Umgebung intensiv untersucht. Dabei zeigte sich eine große Vielfalt an vorkommenden Arten, wobei es überrascht, wie regelmäßig manche als selten geltende Arten gefunden werden konnten.

War die taxonomische Basis der *Orthotrichaceae* lange Zeit stabil, gibt es in den letzten Jahren gravierende Neuerungen, einerseits in der Gattungsaufteilung, die durch molekulargenetische Erkenntnisse revolutioniert wurde. So werden die klassischen Gattungen heute in monophyletische, enger umgrenzte Gattungen unterteilt. Andererseits werden in den letzten Jahren weitere Arten unterschieden, wobei schon länger bekannte, aber oft nicht anerkannte Taxa akzeptiert und ganz neue Arten abgegrenzt werden. Es ist unwahrscheinlich, dass diese Entwicklung beim aktuellen Stand ein Ende findet und wahrscheinlich, dass zukünftig weitere Arten erkannt und unterschieden werden.

Die Arten werden in der vorliegenden Arbeit anhand der aufgrund molekulargenetischer Untersuchungen (SAWICKI & al. 2009) gewonnenen Verwandtschaften gegliedert, die von PLÁŠEK & al. (2015) und LARA & al. (2016) nomenklatorisch gefasst wurden. Nach Ansicht des Verfassers handelt es sich dabei nicht nur um evolutionsbiologisch korrekte, monophyletische Gattungen, sondern auch um morphologisch und ökologisch verständliche und nach-

* Außerdem erschienen am 30.07.2023 als Veröff. Bochumer Bot. Ver. 15(2): 37–82.

vollziehbare Verwandtschaftsgruppen. Dieser taxonomischen Gliederung in enger umgrenzte, besser umschriebene Gattungen wird hier gefolgt, die klassische Taxonomie wird jedoch in der Synonymie berücksichtigt. Die klassische Nomenklatur folgt MEINUNGER & SCHRÖDER (2007). Die deutschen Namen entsprechen (soweit vorhanden) SCHMIDT (2011).

Die vorliegende Arbeit möchte einen Überblick über die im Untersuchungsgebiet beobachteten *Orthotrichaceae*, ihre Verbreitung und Häufigkeit sowie ihre Ökologie und Phänologie geben. Die phänologische Entwicklung kann entscheidende Hilfe beim Erkennen der Arten im Gelände bieten. Der Verfasser ist der Ansicht, dass viele Arten im Gelände sicher angesprochen werden können. Um die Beobachtung im Gelände zu fördern, werden zusätzlich zu phänologischen Angaben die Feldmerkmale der Arten und ihre Unterschiede zu anderen Arten aufgezeigt. Mit diversen Abbildungen wird versucht, die Feldeindrücke zu vermitteln. Im vorliegenden ersten Teil dieser Arbeit werden einleitende allgemeine Themen besprochen sowie ein erster Teil der Arten behandelt. Dies sind im Wesentlichen einfacher erkennbare, weniger kritische Arten. Um jedoch nicht zu sehr Gattungen auf zwei Texte zu verteilen, werden die Gattungen *Ulota* und *Lewinskya* komplett in den zweiten Teil verschoben, auch wenn sie einfacher zu erkennende Arten enthalten.

Die Intention dieser Arbeit, nicht nur die Funddaten einer Kartierung zu vermitteln, sondern über die Darstellungen von Feldmerkmalen und Abbildungen die Feldbryologie speziell bei den als schwierig geltenden *Orthotrichaceae* zu fördern, reiht sich ein in Arbeiten z. B. von BOSANQUET (2009, 2012) und FRAHM (2011b) und geschieht in der Hoffnung, dass die langjährige Begeisterung des Autors für epiphytische Moose, speziell die *Orthotrichaceae*, ansteckend wirkt auf Naturbegeisterte und andere, die es noch werden wollen.

2 Material und Methoden

2.1 Erfassung

Die hier vorgestellten Funde beruhen auf langjährigen Feldbeobachtungen der *Orthotrichaceae* im Stadtgebiet Aachen und angrenzenden Gebieten – begonnen vor dem Jahr 2000 und bis heute mit Unterbrechungen fortgeführt. Phasenweise wurde systematisch kartiert. Über diesen langen Zeitraum stellen die Verbreitungskarten durch Fundortsummierung bei selteneren Arten eine scheinbar größere Häufigkeit dar, als sie tatsächlich vorliegt. Ein Beispiel ist die inzwischen im Untersuchungsgebiet verschollene *Plenogemma phyllantha*. Die Verbreitungskarten erheben zudem keinen Anspruch auf Vollständigkeit – nicht jeder Bereich des Untersuchungsgebiets wurde intensiv untersucht und intensivere Kartierungsphasen liegen schon einige Jahre zurück, sodass Neubesiedlungen möglich sind.

2.2 Untersuchungsgebiet

In weiten Teilen des Aachener Stadtgebietes herrscht Landwirtschaft vor, wobei zur Niederrheinischen Bucht hin Ackerbau dominiert, während in den Randlagen zu den größeren Waldgebieten und besonders zur Eifel hin ausgedehnte Weidegebiete prägend sind. Diese Landschaften werden immer wieder durchbrochen von Siedlungen, besonders von der Stadt Aachen und ihren Vororten, sowie von Bachtälern, kleinen Wäldern und Verkehrswegen. Große Waldgebiete sind der Aachener Stadtwald – zentral gelegen und an Belgien und die Niederlande angrenzend – sowie der Münsterwald im Süden des Aachener Stadtgebietes als Teil eines großen Waldkomplexes, der sich in Belgien und Deutschland entlang des Nordostrandes des Vennsattels zieht. Mit Höhen zwischen 150 m und 400 m ü. N. N. liegt das Aachener Stadtgebiet hauptsächlich im kollinen Bereich, wobei in höheren Lagen, besonders am Eifelrand, submontane Einflüsse spürbar sind.

2.3 Phänologie

FRAHM (2011a, p. 4) beschreibt die Phänologie der Gattung *Orthotrichum* s. l.: „There seem to be no differences in the development of sporophytes in almost all species of *Orthotrichum* in Central Europe. Fertilisation takes place in autumn and young sporophytes are developed over the winter. The calyptras fall off in late spring and the capsules open in summer time. The only noteworthy exception is *O. pulchellum*, which has ripe capsules in winter." Die Behauptung, dass sich die Phänologie der meisten *Lewinskya*- und *Orthotrichum*-Arten kaum unterscheidet, trifft nicht zu, wenn man Untersuchungen durch direkten Vergleich im Freiland vornimmt. Vielmehr reifen die Sporenkapseln alljährlich in derselben Reihenfolge und im entsprechendem Rhythmus.

Eine sinnvolle Phänologie von Moosen kann nur eine relative Phänologie sein (vgl. auch BOMBLE 2015), wie sie PATZKE (1992) für die Gefäßpflanzen vorstellt: Die Entwicklung einer Art wird im Vergleich mit der Entwicklung benachbart wachsender Arten beurteilt. Dabei kann man die *Orthotrichaceae* nur mit anderen Moosen, nicht jedoch mit Gefäßpflanzen vergleichen, da Moose viel stärker von Feuchtigkeit abhängig sind, um Photosynthese zu betreiben, als Gefäßpflanzen. Entscheidender Beobachtungszeitpunkt ist das Abwerfen des Kapseldeckels – eine eindeutige und über viele Arten vergleichbare Entwicklungsphase. Das Abwerfen der Kalyptra oder gar das Erscheinen der Sporophyten ist weniger geeignet. Hinzuweisen ist, dass für Zeitangaben und erst recht Vergleiche ausschließlich die Beobachtung des Abwerfens des Kapseldeckels im Gelände gewertet werden sollte und nicht das Abwerfen des Kapseldeckels gesammelter Belege.

Verlässliche phänologische Angaben von *Orthotrichum* s. l.-Arten liegen in Gesamtbearbeitungen wie z. B. LIMPRICHT (1895) und SCHÄFER-VERWIMP (2001) wie auch in Arbeiten über einzelne Arten wie VAN DER PLUIJM (2000, 2004) und VAN DER PLUIJM & al. (2020) in Form kalendarischer, aber auch relativer Daten vor. Die dort genannten Zeitpunkte können absolut und im Vergleich zueinander bei intensiven phänologischen Studien im Untersuchungsgebiet weitgehend bestätigt werden.

Bei einer relativen Phänologie ist zu beachten, dass es sich um eine Eigenschaft von Populationen, nicht von Einzelpolstern handelt. Bei Einzelvorkommen kann es immer wieder zu Abweichungen kommen. So konnte auf dem Aachener Westfriedhof ein offenbar sehr trocken stehendes (mit Trockenheitsschäden) *Orthotrichum pulchellum* gefunden werden, das Monate später sporulierte als zu erwarten war. Wenn FRAHM (2011a, 2011b) bei *O. pulchellum* von einer Sporenreife im Winter spricht, handelt es sich ebenso um Ausnahmen, denn die Art entwickelt normalerweise frische Sporenkapseln im selben Zeitraum wie die anderen Arten – der exakte, relative Zeitraum ist jedoch abweichend und artspezifisch!

Schwierig zu vergleichen sind auch weit voneinander entfernte Regionen. Grundsätzlich fördert Wärme die Entwicklungsgeschwindigkeit, d. h. dass Moose in kühleren Lagen relativ zwar gleichzeitig, aber kalendarisch später sporulieren. Im Gegensatz zu Gefäßpflanzen ist die Entwicklungsgeschwindigkeit mit steigender Höhenlage aber nicht grundsätzlich geringer, da höhere Lagen meist feuchter sind, und damit die geringere Wärme potentiell länger genutzt werden kann als die größere Wärme in tieferen, trockeneren Lagen.

2.4 Taxonomie

Die in diesem ersten Teil der Arbeit aufgenommenen Arten sind weitgehend taxonomisch unkritisch. Üblicherweise werden jedoch die hier unterschiedenen Arten *Orthotrichum cupulatum* s. str. und *O. nudum* gar nicht differenziert oder als Varietäten *O. cupulatum* var. *cupulatum* und *O. c.* var. *riparium* betrachtet. Der Verfasser hält beide für morphologisch und ökologisch deutlich unterschiedlich. Außerdem unterscheiden sie sich nach den hier vorge-

stellten Untersuchungen auch phänologisch. Sie sind fast immer problemlos im Gelände ansprechbar. Dass MEDINA & al. (2012) festgestellt haben, dass das klassische *O. consimile* in Wirklichkeit aus vier Arten besteht, ist unproblematisch, weil von diesen in Europa einzig *O. columbicum* vorkommt.

3 Morphologische Grundbegriffe

Der grundlegende Aufbau eines Laubmooses wird in dieser Arbeit vorausgesetzt. Im Folgenden werden dennoch einige Begriffe, die bei morphologischen Beschreibungen einzelner *Orthotrichaceae* eine Rolle spielen, kurz vorgestellt. **Brutkörper** sind an vegetativen Teilen des Mooses gebildete kleine, helle bis bräunliche, längliche oder eiförmige Gebilde, die der vegetativen Vermehrung dienen. Ihr Vorhandensein, ihre Lage und ihr Aussehen sind für das Erkennen einiger Arten entscheidend. Mooskapseln haben einen Stiel, die **Seta**, der den Teil der Kapsel, der die Sporen enthält, die **Urne**, trägt. Der dazwischen liegende Teil wird **Hals** genannt. Die Kapsel ist mit einem **Deckel** verschlossen. Der obere Teil der Kapsel wird im unreifen Zustand von der **Kalyptra**, dem Häubchen, bedeckt. Form, Farbe und Behaarung der Kalyptra sind wichtige Bestimmungsmerkmale. Die Kapsel kann eine lange Seta haben, sodass sie über die Blätter **emporgehoben** ist, sozusagen herausschaut. Überragt sie die Blätter nur teilweise, steht also zwischen den Blättern, nennt man sie in die Blätter **eingesenkt**. **Stomata** (Spaltöffnungen) finden sich ausschließlich auf der Kapseloberfläche. Sie können wie üblich vollständig in einer Ebene mit den umliegenden Zellen liegen. Dann nennt man sie **phaneropor**. Die Randzellen können auch vom Rand her über die Spaltöffnung wachsen und sie (teilweise) überdecken. Dann nennt man sie **kryptopor**. Die entleerte Kapsel kann **glatt** oder in unterschiedlichem Ausmaß **gestreift** sein. An der Mündung der Kapsel befindet sich das **Peristom**, das bei den *Orthotrichaceae* artspezifisch doppelt oder einfach sein kann oder selten fehlt. Das äußere Peristom, das **Exostom**, bildet 8 oder 16 Zähne, die **Exostomzähne**. Das innere Peristom, das **Endostom**, ist oft zart fädig, kann aber auch kräftiger sein. Der Aufbau und das Aussehen des Peristoms sind entscheidende Bestimmungsmerkmale.

4 Arten (Beginn)

Beschrieben und abgebildet werden die Arten des Stadtgebietes Aachen und angrenzender Gebiete. Da zu bisherigen Funden in Nordrhein-Westfalen mit MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) und SCHMIDT (2011) recht aktuelle Referenzarbeiten vorliegen und besonders für die häufigen Arten von MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) schon Vorkommen im Stadtgebiet Aachen und zumindest im angrenzenden Aachener Raum (d. h. dem von den TK 5002, 5004 und 5504 umschlossenen Gebiet) genannt werden, werden ältere Funde nur bei seltenen Arten erwähnt. Ebenfalls werden eigene Funde außerhalb des Untersuchungsgebietes normalerweise nur bei seltenen und wenig beachteten Arten erwähnt. Angegeben wird auch die Gefährdung in NRW sowie den Naturräumen Eifel und Niederrheinische Bucht nach SCHMIDT (2011) in der Form „RL NRW *; EI *; NRBU *“.

Die Arten werden nicht in alphabetischer Reihenfolge und auch nicht immer nach Verwandtschaft gegliedert, sondern es wurde eine Gliederung versucht, die eine habituelle Bestimmung erleichtert. Dem Verfasser ist wichtig, dass fast alle beobachteten *Orthotrichum* s. l.- und *Ulota* s. l.-Arten von dem erfahrenen Beobachter im Gelände erkannt werden können und nur zur Absicherung und in Zweifelsfällen eine mikroskopische Untersuchung notwendig wird. Demgegenüber ist bei den *Zygodon*-Arten eine mikroskopische Untersuchung zumeist unerlässlich. Allein *Z. dentatus* und tendenziell *Z. conoideus* können habituell erkannt werden. Trotzdem ist eine mikroskopische Absicherung empfehlenswert. Auch in mehreren kritischen Formenkreisen, die in einem weiteren, die vorliegende Arbeit fortsetzenden Beitrag behandelt werden, müssen mikroskopische Merkmale zumindest zusätzlich berücksichtigt

werden. In den beiden zuletzt genannten Fällen werden auch mikroskopische Merkmale genannt und abgebildet.

Die in der vorliegenden Arbeit vorgeschlagenen Feldmerkmale beruhen im Wesentlichen auf langjährigen Geländeerfahrungen des Verfassers, berücksichtigen aber auch die zitierte Literatur. Zur mikroskopisch unterstützten Bestimmung sei auf Floren wie FRAHM & FREY (2004), FREY & al. (1995), spezielle Bearbeitungen der hier betrachteten Gattungen wie PHILIPPI (2001), SAUER (2001) und SCHÄFER-VERWIMP (2001) sowie die hier zitierte und weitere Spezialliteratur verwiesen. Weitere Abbildungen – Habitus-, Detail- und mikroskopische Aufnahmen – findet man zum Beispiel bei INSTITUT FÜR SYSTEMATISCHE BOTANIK, TEAM SWISSBRYOPHYTES (2023), LÜTH (2023) und NDFF & BLWG (2022).

4.1 *Zygodon* HOOK. & TAYLOR

Die Gattung *Zygodon* unterscheidet sich deutlich von den anderen Gattungen der *Orthotrichaceae* im Untersuchungsgebiet. Es sind kleine Moose, die in einzelnen Polstern bis flächig wachsen und hell- bis mittelgrüne, mäßig schlanke bis recht breite, in eine Spitze ausgezogene Blättchen ausbilden. Die Pflanzen ähneln *Streblotrichum convolutum* (= *Barbula convoluta*). Bei keiner Art konnten im Untersuchungsgebiet Sporophyten beobachtet werden. Die gezähnte Blattspitze von *Z. dentatus* (Abb. 2) ist ein wesentliches Merkmal. Diese könnte man mit einer Lupe erkennen, während die Blattform nur tendenzielle Unterschiede liefert. Wegen eines zusätzlich abweichenden Habitus könnte diese Art im Gelände ansprechbar sein. Zur Absicherung einer Bestimmung dieser einfacher im Gelände erkennbaren Art und erst recht zur sicheren Bestimmung der anderen Arten ist eine Untersuchung der oft reichlich vorhandenen Brutkörper zumindest mit einem Binokular oder besser einem Mikroskop notwendig.

Die bisher als *Zygodon forsteri* (DICKS. ex WITH.) MITT. bekannte Art wird aufgrund molekulargenetischer Erkenntnisse einer enger umgrenzten Gattung *Codonoblepharon* zugeordnet (DRAPER & al. 2021) und heißt demnach *Codonoblepharon forsteri* (DICKS. ex WITH.) GOFFINET (Nomenklatur nach CALABRESE & MUÑOZ 2008). *C. forsteri* ist nach MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) in Deutschland ausgestorben, sodass es nicht überrascht, dass diese Art trotz Nachsuche im Untersuchungsgebiet nicht gefunden werden konnte. Das bis auf eine „als dicker Endstachel austretende Blattrippe“ (MEINUNGER & SCHRÖDER 2007: 102) *Zygodon viridissimus* gleichende *Z. stirtonii* ist nach Schmidt in MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) eine Art der Kalkfelsen und konnte, obwohl anderswo in Nordrhein-Westfalen bekannt, im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen werden.

Die Brutkörper der Arten der Gattung *Zygodon* sind bekanntermaßen ein entscheidendes Merkmal (z. B. PHILIPPI 2001; vgl. Abb. 1). Am auffälligsten weichen die Brutkörper von *Z. conoideus* ab: Sie sind deutlich länger, haben mehr Zellen und immer klare Zellwände. Dennoch muss man aufpassen, denn die Ausprägung der Brutkörper kann bei den anderen Arten ähnlich sein. Einerseits können die anderen Arten in geringer Anzahl Strukturen bilden, die den Brutkörpern von *Z. conoideus* ähneln, jedoch sind in reicher Zahl typische Brutkörper einer kurz-breiten Form mit einer geringeren Zellzahl vorhanden. Andererseits werden üblicherweise die dunkleren Zellwände der anderen Arten hervorgehoben. Die bräunliche Färbung ist offenbar Ergebnis eines Alterungsprozesses, sodass unreife Brutkörper oft noch helle Wände haben. Es gibt jedoch auch Fälle, in denen man nur Brutkörper mit hellen Wänden findet. Entsprechend nennen CALABRESE & MUÑOZ (2008) bei *Z. rupestris* und *Z. viridissimus* s. str. sowohl helle als auch dunkle Zellwände. Von den verbleibenden Arten bilden *Z. dentatus* und *Z. viridissimus* s. str. viele Zellwände in Längsrichtung, während diese *Z. rupestris* weitgehend fehlen. Die zuletzt genannte Einschränkung ist wichtig, wie CALABRESE & MUÑOZ (2008) in Beschreibungen und Abbildungen darstellen: *Z. rupestris*

kann ebenfalls einzelne undeutliche Längswände ausbilden. VAN MELICK & al. (2005) nennen Längswände als charakteristisch für *Z. dentatus*, die die Brutkörper nicht nur in zwei, sondern auch in drei nebeneinander liegende, oft verschieden große Zellen teilen, während die Längswände bei *Z. viridissimus* s. str. die Brutkörper nur in zwei nebeneinander liegende, gleich große Zellen unterteilen.

Abb. 1: Brutkörper von *Zygodon*-Arten (alle F. W. Bomble):
links oben: *Z. conoideus* (Friedhof Aachen-Lintert/NRW, leg. 28.02.2015),
rechts oben: *Z. dentatus* (Aachener Stadtwald bei Aachen-Grüne Eiche/NRW, leg. 29.01.2017),
links unten: *Z. rupestris* (Friedhof Aachen-Lintert/NRW, leg. 28.02.2015),
rechts unten: *Z. viridissimus* s. str. (Westen von Aachen/NRW, leg. 02.04.2023).

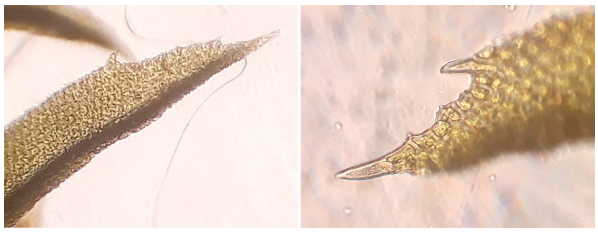

Abb. 2: *Zygodon dentatus*, kennzeichnende gezähnte Blattspitzen (Aachener Stadtwald bei Aachen-Grüne Eiche/NRW, leg. 29.01.2017, F. W. Bomble).

Zygodon conoideus (DICKS.) HOOK. & TAYLOR (Kegeldeckeliges Jochzahnmoos; Abb. 1 links oben, 3–8) [RL NRW *; EI D; NRBU –]

Feldmerkmale: *Zygodon conoideus* gleicht weitgehend *Z. rupestris* und *Z. viridissimus* s. str. Im Gelände ist die Art zwar oft dunkelgrün, meist breitblättriger mit geraderen Blättern (BLWG 2007 in NDFF & BLWG 2022: „De meestal donkergroene kleur en de rechte, relatief brede bladen zijn vrij betrouwbare kenmerken in het veld“) als die anderen Arten, aber nicht sicher ohne mikroskopische Untersuchung der Brutkörper von *Z. rupestris* und *Z. viridissimus* s. str. zu unterscheiden. Auch zur Absicherung gegenüber *Z. dentatus* sollten die Brutkörper und die Blattspitze zumindest mit einem Binokular untersucht werden. Zu den Brutkörpern vgl. den allgemeinen Teil zu *Zygodon* am Beginn von Abschnitt 4.1 und Abb. 1.

Ökologie und Verbreitung: Im Untersuchungsgebiet ist *Zygodon conoideus* eine zerstreut zu findende Art mit Schwerpunkt in größeren Waldbereichen und anderen luftfeuchten Orten. Sie wurde ausschließlich auf Rinde gefunden. Die Vorkommen im Untersuchungsgebiet wirken stabil. Es handelt sich um eine ehemals nicht im Untersuchungsgebiet vorkommende Art, die das Gebiet wie andere ursprünglich atlantisch verbreitete Arten erst in jüngerer Zeit besiedelt hat (vgl. BOMBLE 2014).

FRAHM (2002b) nennt von *Zygodon conoideus* neben früheren Funden in der Eifel und dem Nahegebiet aktuelle Vorkommen außerhalb von Norddeutschland nur im Saar-Nahe-Moselgebiet. MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) geben nur drei Vorkommen in Nordrhein-Westfalen an. Nach NDFF & BLWG (2022) ist *Z. conoideus* in den Niederlanden überall verbreitet, gebietsweise, zum Beispiel in westlich an das Untersuchungsgebiet anschließenden Gebieten, aber auch nur zerstreut nachgewiesen.

Abb. 3: *Zygodon conoideus*, Bestand (Aachen-Walheim-Hasbach/NRW, 01.12.2019, F. W. Bomble).

Abb. 4: *Zygodon conoideus*, Habitus trockene Pflanzen (Westfriedhof, Aachen/NRW, 02.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 5: *Zygodon conoideus*, Habitus (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 23.11.2019, F. W. Bomble).

Abb. 6: *Zygodon conoideus*, Blättchen (Aachener Stadtwald bei Aachen-Köpfchen/NRW, 02.04.2012, F. W. Bomble).

Abb. 7: *Zygodon conoideus*, Blättchen (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 11.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 8: *Zygodon conoideus*, Blättchen (Friedhof Aachen-Lintert/NRW, 11.03.2023, F. W. Bomble).

Zygodon dentatus (LIMPR.) KARTT. (Gezähntes Jochzahnmoos; Abb. 1 rechts oben, 2, 9 & 10)

Feldmerkmale: *Zygodon dentatus* unterscheidet sich deutlicher von den anderen Arten und ist möglicherweise im Gelände anzusprechen. Die gezähnten Blattspitzen (Abb. 2), die einzig bei dieser Art auftreten, können mit einer Lupe erkannt werden und die Bestimmung absichern. Ansonsten ist *Z. dentatus* meist schmalblättriger als *Z. conoideus*, aber *Z. rupestris* und *Z. viridissimus* s. str. ähnlich. Eine zusätzliche mikroskopische Untersuchung der Brutkörper und der Zähnung der Blattspitze ist angeraten. Zu den Brutkörpern vgl. den allgemeinen Teil zu *Zygodon* am Beginn von Abschnitt 4.1 und Abb. 1. VAN MELICK & al. (2005) erwähnen ein *Ulota*-artiges Aussehen der Polster im trockenen Zustand.

Ökologie und Verbreitung: Im Untersuchungsgebiet konnte *Zygodon dentatus* nur einmal 2017 auf Rinde eines gefällten *Fraxinus excelsior* im Aachener Stadtwald bei Aachen-Grüne Eiche (5202/414 – F. W. Bomble) nachgewiesen werden. Offenbar ist die Art (noch?) sehr selten. Nach MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) fehlt sie in Nordrhein-Westfalen. MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) nennen jedoch südlich gelegene, nicht so weit entfernte Funde in Rheinland-Pfalz und dem Saarland sowie einen deutlich weiter nördlich gelegenen Fund in Niedersachsen. Nach freundlichem Hinweis von M. Preußing und Dr. C. Schmidt gibt es weitere Fundorte von *Z. dentatus* in Nordrhein-Westfalen: Ab 2020 wurde die Art an vier Stellen in der Westfälischen Bucht (C. Schmidt) und ab 2021 an drei Stellen im Weserbergland (M. Preußing & C. Schmidt) gefunden. VAN MELICK & al. (2005) kennen erst drei Vorkommen in den Niederlanden, während NDFF & BLWG (2022) *Z. dentatus* für 12 Rasterfelder in den Niederlanden nennen. Da der Fund auf einem gefällten Baum gelang und die Art nicht noch einmal gefunden wurde, muss sie als verschollen gelten.

Abb. 9 & 10: *Zygodon dentatus*, Habitus und Blättchen (Aachener Stadtwald bei Aachen-Grüne Eiche/NRW, 29.01.2017, F. W. Bomble).

Zygodon rupestris SCHIMP. ex LORENTZ (Felsen-Jochzahnmoos; Abb. 1 links unten, 11–16) [RL NRW 3; EI 1; NRBU 1]

Feldmerkmale: *Zygodon rupestris* gleicht habituell zwei anderen *Zygodon*-Arten: Im Gelände ist es meist schmalblättriger als *Z. conoideus*, aber ohne mikroskopische Untersuchung der Brutkörper nicht sicher von dieser Art und erst recht nicht von *Z. viridissimus* s. str. zu unterscheiden. Auch zur Absicherung gegenüber *Z. dentatus* sollten die Brutkörper

und die ungezähnte Blattspitze zumindest mit einem Binokular untersucht werden. Zu den Brutkörpern vgl. den allgemeinen Teil zu *Zygodon* am Beginn von Abschnitt 4.1 und Abb. 1.

Ökologie und Verbreitung: *Zygodon rupestris* war zu Beginn der Beobachtungsphase im Untersuchungsgebiet sehr selten. In den letzten Jahren nahm die Art deutlich zu und ist inzwischen zerstreut (zu einer möglichen Ausbreitung in Baden-Württemberg vgl. Nebel in PHILIPPI 2001). Es ist die einzige im Untersuchungsgebiet vorkommende *Zygodon*-Art, die natürliche oder naturnahe Vorkommen an zwei Silikatfelsen hat. Ansonsten konnte sie an einer schattigen Mauer im Siedlungsbereich und mehrfach epiphytisch beobachtet werden. *Z. rupestris* wächst sowohl in Wäldern als auch in halboffenen, parkartigen Landschaften. Die Vorkommen im Untersuchungsgebiet wirken aktuell stabil bis zunehmend. Nach NDFF & BLWG (2022) ist *Z. rupestris* in den Niederlanden seltener als *Z. conoideus* und *Z. viridissimus* s. str.

Abb. 11: *Zygodon rupestris*, Habitus (nahe Aachen-Grüne Eiche/NRW, 29.01.2017, F. W. Bomble).

Abb. 12: *Zygodon rupestris*, Habitus (Friedhof Aachen-Lintert/NRW, 28.02.2015, F. W. Bomble).

Abb. 13: *Zygodon rupestris*, Blättchen (Monschau, Städteregion Aachen/NRW, 29.04.2012, F. W. Bomble).

Abb. 14: *Zygodon rupestris*, Blättchen (nahe Aachen-Grüne Eiche/NRW, 29.01.2017, F. W. Bomble).

Abb. 15: *Zygodon rupestris*, Blättchen (Westfriedhof, Aachen/NRW, 15.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 16: *Zygodon rupestris*, Blättchen (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 11.03.2023, F. W. Bomble).

Zygodon viridissimus (DICKS.) BRID. s. str. (Grünes Jochzahnmoos; Abb. 1 rechts unten, 17–22) [RL NRW 2; EI 2; NRBU –]

Feldmerkmale: *Zygodon viridissimus* s. str. gleicht habituell zwei anderen *Zygodon*-Arten: Es ist meist schmalblättriger als *Zygodon conoideus*, aber ohne mikroskopische Untersuchung der Brutkörper nicht sicher von dieser Art und erst recht nicht von *Z. rupestris* zu unterscheiden. Auch zur Absicherung gegen *Z. dentatus* sollten die Brutkörper und die ungezähnte Blattspitze zumindest mit einem Binokular untersucht werden. Zu den Brutkörpern vgl. den allgemeinen Teil zu *Zygodon* am Beginn von Abschnitt 4.1 und Abb. 1.

Ökologie und Verbreitung: *Zygodon viridissimus* s. str. ist im Untersuchungsgebiet eine zerstreut vorkommende Art, die sowohl auf Rinde wie auch auf Mauern wächst. Lange beobachtet wird ein großes Vorkommen an einer schattigen Mauer im Siedlungsbereich in Aachen-Hörn (5202/142 – F. W. Bomble). In den letzten Jahren sind weitere Vorkommen an Mauern in Aachen-Laurensberg (5102/143 – F. W. Bomble), in Aachen-Hörn (5202/124 – F. W. Bomble) und im Westen von Aachen (5202/142 – F. W. Bomble) hinzugekommen. Vielleicht wächst *Z. viridissimus* s. str. zunehmend eher auf Mauern als auf Rinde – zumindest in besiedelten Bereichen.

Der Schwerpunkt der Vorkommen von *Zygodon viridissimus* s. str. liegt im Untersuchungsgebiet im Siedlungsbereich und in Parklandschaften außerhalb geschlossener Wälder. PHILIPPI (2001) nennt die Art in Baden-Württemberg besonders aus dem Rheintal von luftfeuchteren Standorten als *Z. rupestris*. Das kann im Untersuchungsgebiet nicht bestätigt werden: Tendenziell ist das ökologische Verhalten beider Arten hier eher umgekehrt. Vielleicht hängt dies mit der im Untersuchungsgebiet geringeren Wärme als am Oberrhein zusammen, sodass *Z. viridissimus* s. str. hier eher wärmere und offenere Standorte besiedelt, während dauernd luftfeuchte Lokalklimate zu kühl sein könnten. *Z. viridissimus* s. str. wurde in den letzten Jahren seltener gefunden als früher. Die aktuellen Vorkommen im Untersuchungsgebiet wirken stabil.

Abb. 17: *Zygodon viridissimus* s. str., Bestand (Von-Halfern-Park, Aachen/NRW, 13.02.2016, F. W. Bomble).

Abb. 18: *Zygodon viridissimus* s. str., Habitus feuchte Pflanzen (Friedhof Aachen-Laurensberg/NRW, 09.02.2022, F. W. Bomble).

Abb. 19: *Zygodon viridissimus* s. str., Habitus feuchte Pflanzen (Westfriedhof, Aachen/NRW, 26.02.2012, F. W. Bomble).

Abb. 20: *Zygodon viridissimus* s. str., Habitus trockene Pflanzen (Friedhof Aachen-Laurensberg/NRW, 17.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 21: *Zygodon viridissimus* s. str., Blättchen (Westen von Aachen/NRW, 26.02.2012, F. W. Bomble). Die Art wächst im Untersuchungsgebiet mehrfach – wie hier – an Betonmauern.

Abb. 22: *Zygodon viridissimus* s. str., Blättchen (Friedhof Aachen-Laurensberg/NRW, 29.11.2022, F. W. Bomble).

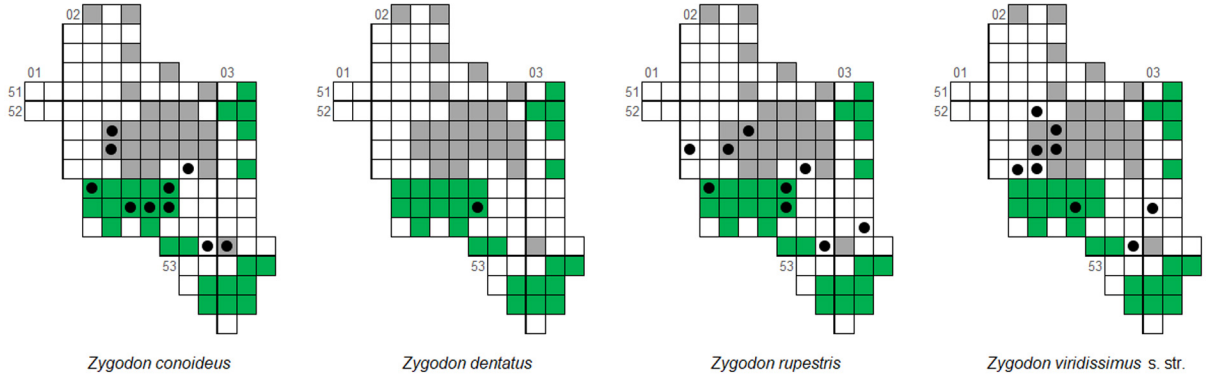

Abb. 23: Verbreitung (Kartierungsstand) der Gattung *Zygodon* in der Stadt Aachen und angrenzenden Gebieten. Farbig hinterlegt sind Felder mit mehr als 50% Waldanteil (grün) und mehr als 50% Siedlungsanteil (grau).

4.2 *Plenogemma* Plášek, Sawicki & Ochyra

Plenogemma phyllantha (Brid.) Sawicki, Plášek & Ochyra (= *Ulota phyllantha* Brid., Blattsprossendes Krausblattmoos; Abb. 24–27) [RL NRW *; EI *; NRBU –]

Feldmerkmale: *Plenogemma phyllantha* ist durch einen *Ulota*-Habitus mit schmalen Blättern und gleichzeitig vorhandenen endständigen Büscheln von Brutkörpern leicht erkennbar. Im Gebiet immer steril.

Ökologie und Verbreitung: Neben dem in Bomble (2003) an der Monschauer Straße im Aachener Wald (5202/412 – noch 2012 vorhanden) mitgeteilten Fund konnte *Plenogemma phyllantha* nur selten nachgewiesen werden. Bomble (2014) nennt weitere fünf Stellen im Aachener Raum, zu denen seitdem nur eine weitere hinzugekommen ist. Die genauen Fundstellen im Stadtgebiet Aachen betreffen ein weiteres Vorkommen im Aachener Wald (5202/414 – F. W. Bomble, 2012), den Schneeberg zwischen Aachen und Aachen-Orsbach (5202/114 – F. W. Bomble, 2012), den Westfriedhof (5202/141 – F. W. Bomble, 2012) und den Waldfriedhof (5202/412 – F. W. Bomble, noch 2015) in Aachen. *P. phyllantha* ist in der Region immer selten geblieben und wurde ausschließlich auf Rinde gefunden. Ab 2016 konnte die Art im Untersuchungsgebiet trotz Nachsuche an ehemaligen Standorten und Kontrolle diverser *Ulota*-Polster ohne Kapseln nicht wiedergefunden werden. Sie muss derzeit im Stadtgebiet Aachen als verschollen gelten.

Nach NDFF & BLWG (2022) ist *Plenogemma phyllantha* in den Niederlanden überall verbreitet, aber in den westlich an das Untersuchungsgebiet anschließenden Gebieten nur selten nachgewiesen. Frahm (2002b) nennt in Deutschland neben einigen norddeutschen Vorkommen zwei vermutlich kurzzeitig existierende Vorkommen im Mosel- und Saargebiet. Im Untersuchungsgebiet konnte die ehemals atlantisch verbreitete Art kurz darauf nachgewiesen werden (Bomble 2003). Meinunger & Schröder (2007) nennen im Binnenland wenige weitere Vorkommen, u. a. etwas südlich des Untersuchungsgebietes einen Nachweis von R. Düll in 5403/4. In den folgenden Jahren nahm die Art weiter zu, wurde in weiteren Naturräumen (als die bis dahin bekannte Eifel) gefunden (Schmidt 2011) und nahm auch im Untersuchungsgebiet und angrenzenden Bereichen weiter zu (Bomble 2014). Neben den genannten Funden im Stadtgebiet Aachen ist darunter ein Nachweis am Weißen Stein bei Udenbreth, Kreis Euskirchen (5504/33 – F. W. & S. Bomble, 2012, vgl. auch Abb. 28 in Bomble 2014). 2023 konnten neun Polster auf einem Baum bei Zweifall nachgewiesen werden (5203/43 – F. W. Bomble & N. Joußen). Wie gesagt ist *P. phyllantha* heute im Untersuchungsgebiet verschollen. Während hier andere, ehemals atlantisch verbreitete

Arten (*Cryphaea heteromalla*, *Orthotrichum pulchellum* und *Zygodon conoideus*) gefestigte Bestände ausbilden konnten, ist das *P. phyllantha* offenbar nicht gelungen und ein komplettes Verschwinden im Aachener Stadtgebiet ein mögliches Szenario. Vielleicht kommt sie, wie ein aktueller Fund im nahe gelegenen Zweifall belegt, aber noch heute vor.

Abb. 24: *Plenogemma phyllantha*, Habitus (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 28.02.2015, F. W. Bomble).

Abb. 25: *Plenogemma phyllantha*, Blättchen trocken mit Brutkörpern (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 28.02.2015, F. W. Bomble).

Abb. 26: *Plenogemma phyllantha*, Blättchen feucht (Schneeberg zwischen Aachen und Aachen-Orsbach/NRW, 14.03.2012, F. W. Bomble).

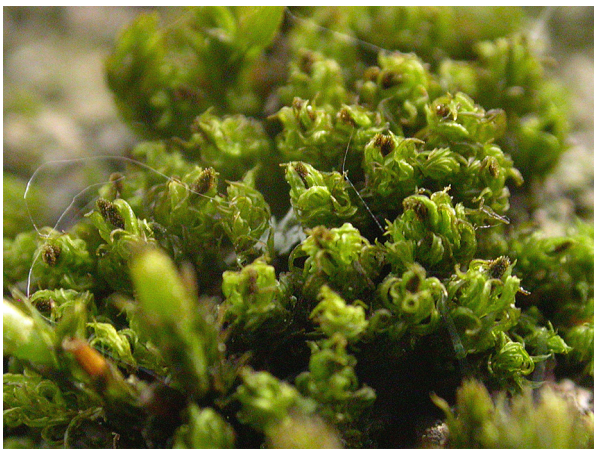

Abb. 27: *Plenogemma phyllantha*, Blättchen trocken mit Brutkörpern (Westfriedhof, Aachen/NRW, 18.05.2012, F. W. Bomble).

4.3 *Nyholmiella* HOLMEN & E. WARNCKE

Im Untersuchungsgebiet konnte bisher *Nyholmiella obtusifolia* als einzige Art der Gattung nachgewiesen werden. Die ebenfalls in Deutschland vorkommende, ähnliche und sehr seltene *N. gymnostoma* fehlt nach derzeitiger Kenntnis im Untersuchungsgebiet und nach MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) auch im übrigen Nordrhein-Westfalen.

Nyholmiella obtusifolia (BRID.) HOLMEN & E. WARNCKE (= *Orthotrichum obtusifolium* BRID., Stumpfblättriges Goldhaarmoos; Abb. 28–38) [RL NRW *; EI D; NRBU D]

Feldmerkmale: *Nyholmiella obtusifolia* bildet kleine Polster oder flächige Bestände. Sie ist durch hellgrüne, stumpfe Blätter mit reichlich Brutkörpern kaum mit einer anderen Art zu verwechseln. Die Kapseln von *Nyholmiella obtusifolia* sind in die Blätter eingesenkt, ragen aber durch ihre Größe deutlich aus den Blättern heraus. Die Kalyptra ist an der Spitze rötlich und am Rand bleich, kahl oder nach LIMPRICHT (1895) auch wenig behaart. Die entleerte

Kapsel ist stark gestreift. Die acht Exostomzähne sind rötlich und zurückgeschlagen. Das Endostom besteht aus acht Fortsätzen.

Manchmal wird *Orthotrichum tenellum*, das regelmäßig Brutkörper bildet, für *Nyholmiella obtusifolia* gehalten. Es ist aber meist deutlich dunkelgrün und hat eine ganz andere Blattform mit einer plötzlich zusammengezogenen Blattspitze.

Ökologie und Verbreitung: Im Untersuchungsgebiet ist *Nyholmiella obtusifolia* an Waldrändern und in Bachtälern verbreitet und nimmt in den letzten Jahren weiter zu, ist aber keine häufige Art. Sie wächst fast nur auf Rinde, konnte aber auf mehreren Steinen auf dem Aachener Westfriedhof gefunden werden. Sporophyten konnten trotz gezielter Beachtung nur einmal auf dem Westfriedhof in Aachen (5202/141 – F. W. Bomble, 2023) beobachtet werden.

Die Vorkommen im Gebiet liegen nach MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) am Nordrand häufiger Vorkommen mit Anschluss an ein größeres Areal im Süden der Niederlande (NDFF & BLWG 2022). Demgegenüber wird die Art weiter nördlich deutlich seltener (NDFF & BLWG 2022, MEINUNGER & SCHRÖDER 2007).

Phänologie: Aufgrund der nur einmal beobachteten Sporophyten kann eine phänologische Einschätzung von *Nyholmiella obtusifolia* nur vorläufig sein. LIMPRICHT (1895) nennt eine Reife im Mai. Dies entspricht den Beobachtungen im Untersuchungsgebiet mit deckeltragenden Kapseln am 16.05.2023 und offenen Kapseln am 23.05.2023. Aufgrund indirekter Vergleiche sporulierte *N. obtusifolia* 2023 auf dem Aachener Westfriedhof in einem Zeitraum nach dem Beginn des Sporulierens von *Orthotrichum patens* und vor dem Beginn des Sporulierens von *O. tenellum*, möglicherweise ähnlich dem Beginn des Sporulierens von *Ulota crispula*.

Abb. 28: *Nyholmiella obtusifolia*, Bestand (nahe Klinikum Aachen/NRW, 02.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 29: *Nyholmiella obtusifolia*, Habitus feucht (nahe Waldfriedhof, Aachener Stadtwald/NRW, 25.02.2012, F. W. Bomble).

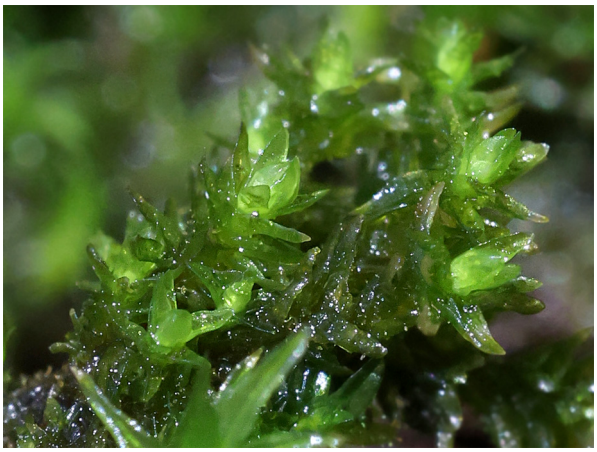

Abb. 30: *Nyholmiella obtusifolia*, Habitus feucht (Westfriedhof, Aachen/NRW, 15.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 31: *Nyholmiella obtusifolia*, feuchte Blättchen mit Brutkörpern (Westfriedhof, Aachen/NRW, 15.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 32: *Nyholmiella obtusifolia*, feuchte Blättchen mit Brutkörpern (Friedhof Aachen-Lintert/NRW, 11.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 33: *Nyholmiella obtusifolia*, feuchte Blättchen mit Brutkörpern (Westfriedhof, Aachen/NRW, 15.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 34: *Nyholmiella obtusifolia*, Habitus trocken (Friedhof Aachen-Laurensberg-Hand/NRW, 18.03.2022, F. W. Bomble).

Abb. 35: *Nyholmiella obtusifolia*, Kapseln mit Kalyptren (Westfriedhof, Aachen/NRW, 18.04.2023, F. W. Bomble).

Abb. 36: *Nyholmiella obtusifolia*, Kapseln mit Deckel und mit Kalyptra (Westfriedhof, Aachen/NRW, 16.05.2023, F. W. Bomble).

Abb. 37: *Nyholmiella obtusifolia*, Habitus mit offener Kapsel (Westfriedhof, Aachen/NRW, 28.05.2023, F. W. Bomble).

Abb. 38: *Nyholmiella obtusifolia*, offene Kapseln (Westfriedhof, Aachen/NRW, 26.05.2023, F. W. Bomble).

4.4 *Pulvigera* Plášek, Sawicki & Ochyra

Pulvigera lyellii (Hook. & Taylor) Plášek, Sawicki & Ochyra (= *Orthotrichum lyellii* Hook. & Taylor, Lyells Goldhaarmoos; Abb. 39–50) [RL NRW *; EI *; NRBU *]

Feldmerkmale: *Pulvigera lyellii* ist meist steril. Fast immer ist sie jedoch durch die Kombination der schlanken Blattform mit reichlich vorhandenen Brutkörpern leicht erkennbar. Oft ist die Art schon habituell durch bischofsstabähnlich nach oben gebogene Triebe und fehlende Kapseln zu erkennen.

Kapseln werden nur ausnahmsweise und in geringer Anzahl gebildet. Die Kalyptra ist schlank und deutlich behaart. Die entleerte Kapsel ist gestreift und hat weißliche, zurückgekrümmte Exostomzähne. Das Endostom besteht aus 16 kräftigen Fortsätzen (vgl. Abb. 50).

Ökologie und Verbreitung: Im Gebiet ist *Pulvigera lyellii* verbreitet, besonders in den größeren Waldbereichen, und gebietsweise auch häufig. Meist wächst sie auf Rinde, selten auf Stein: Waldfriedhof, Aachen (5202/412 – F. W. Bomble, 2012) und Friedhof Aachen-

Laurensberg (5102/143 – F. W. Bomble, 2020). Die Vorkommen im Untersuchungsgebiet wirken stabil.

Sporophyten konnten nur sechsmal in 2022 und dreimal in 2023 beobachtet werden: Waldfriedhof, Aachen (5202/234 – F. W. Bomble, 2022 & 2023), Friedhof Aachen-Brand (5203/133 – F. W. Bomble, 2022), Salvatorberg, Aachen (5202/213 – F. W. Bomble & N. Joußen, 2022), Friedhof Aachen-Lintert (5202/233 – an zwei Stellen, F. W. Bomble, 2022), Westfriedhof, Aachen (5202/141 – F. W. Bomble, 2022), Dreiländerpunkt oberhalb Vaals, Niederlande (entspricht 5202/133 – F. W. Bomble, 2023), sowie außerhalb des Untersuchungsgebietes auf dem Friedhof Imgenbroich, Städteregion Aachen (5403/231 – F. W. Bomble & N. Joußen, 2023). Da auch in früheren Jahren darauf geachtet wurde, deuten diese Beobachtungen auf eine zunehmende Tendenz zur Sporophytenbildung hin. Es bleibt zu untersuchen, ob sich das in den Folgejahren bestätigt und fortsetzt.

Phänologie: Die ersten sporulierenden *Pulvigera lyellii* warfen ihre Kapseldeckel in 2022 Ende April ab. Dies entsprach einem Zeitraum nach dem Beginn des Sporulierens von *Orthotrichum pulchellum* und vor dem Beginn des Sporulierens von *O. patens*. Damit ist *P. lyellii* eine früh sporulierende Art. Der genaue Zeitpunkt in Relation zu anderen Arten bedarf aber aufgrund der geringen Zahl von Beobachtungen weiterer Überprüfung. Zum Teil wurden noch deutlich später im Jahresverlauf Kapseln gebildet.

Abb. 39: *Pulvigera lyellii*, Habitus der trockenen Pflanze (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 30.01.2022, F. W. Bomble).

Abb. 40: *Pulvigera lyellii*, Habitus der feuchten Pflanze (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 28.12.2012, F. W. Bomble).

Abb. 41: *Pulvigera lyellii*, trockene Blättchen mit Brutkörpern (Aachen-Kornelimünster/NRW, 18.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 42: *Pulvigera lyellii*, Habitus trockene Pflanze mit Brutkörpern (Westfriedhof, Aachen/NRW, 13.01.2013, F. W. Bomble).

Abb. 43: *Orthotrichum pulchellum*, feuchte Blättchen mit Brutkörpern (Friedhof Aachen-Lintert/NRW, 11.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 44: *Orthotrichum pulchellum*, feuchte Blättchen mit Brutkörpern (Westfriedhof, Aachen/NRW, 15.03.2012, F. W. Bomble).

Abb. 45: *Pulvigera lyellii*, Habitus mit Kapseln mit Kalyptren (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 06.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 46: *Pulvigera lyellii*, Kapsel mit Kalyptra (Friedhof Aachen-Lintert/NRW, 07.05.2022, F. W. Bomble).

Abb. 47: *Pulvigera lyellii*, Kapsel mit Deckel (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 06.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 48: *Pulvigera lyellii*, Kapseln mit Deckel und Kalyptra (Westfriedhof, Aachen/NRW, 31.05.2022, F. W. Bomble).

Abb. 49: *Pulvigera lyellii*, Blättchen mit Brutkörpern und offene Kapsel (Friedhof Aachen-Brand/NRW, 24.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 50: *Pulvigera lyellii*, offene Kapsel und Blättchen mit Brutkörpern (Westfriedhof, Aachen/NRW, 07.08.2022, F. W. Bomble).

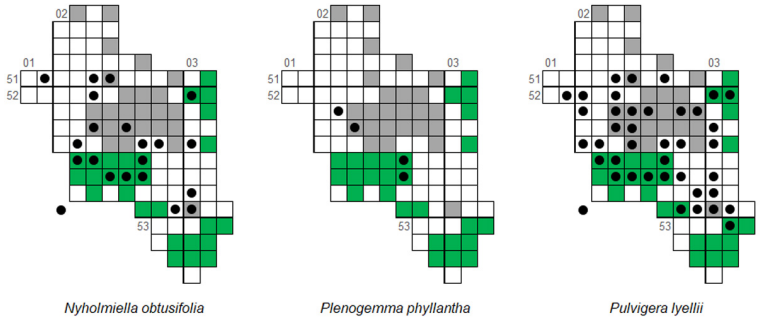

Abb. 51: Verbreitung (Kartierungsstand) der Gattungen *Nyholmiella*, *Plenogemma* und *Pulvigera* in der Stadt Aachen und angrenzenden Gebieten. Farbig hinterlegt sind Felder mit mehr als 50% Waldanteil (grün) und mehr als 50% Siedlungsanteil (grau).

4.5 *Orthotrichum* Hedw. s. str. (Teil 1)

Die Gattung *Orthotrichum* im engeren Sinne enthält in Mitteleuropa die meisten Arten der ehemaligen Sammelgattung. Alle *Orthotrichum*-Arten haben Kapseln mit kryptoporen (überdeckten) Spaltöffnungen im Unterschied zu allen anderen in dieser Arbeit behandelten Gattungen mit phaneroporen Spaltöffnungen (Plášek & al. 2015). Auch im Gebiet ist diese Gattung artenreich. In vorliegenden ersten Teil der Arbeit werden die nach Ansicht des Verfassers wenig bestimmungskritischen Arten behandelt. Sie können im Gelände gut angesprochen werden. Zu Beginn werden drei hauptsächlich Gestein besiedelnde Arten mit aufrechtem Exostom behandelt. Die folgenden Arten sind dagegen weitgehend Epiphyten.

Orthotrichum anomalum Hedw. (Abweichendes Goldhaarmoos; Abb. 52–61) [RL NRW *; EI *; NRBU *]

Feldmerkmale: *Orthotrichum anomalum* ist eine polsterförmig oder flächig wachsende, mittelgroße Art. Die Kapseln sind über die Blätter emporgehoben. Die Seta ist rötlich. Die Kalyptra ist recht schmal, mäßig bis ziemlich reich behaart und hat eine dunkle Spitze. Die entleerte Kapsel ist schlank, gestreift und hat aufrechte, helle, nicht rötliche Exostomzähne.

Wenn man *Orthotrichum anomalum* gut kennt, ist die Art im Gelände fast immer problemlos anzusprechen, egal ob nur die unreifen, emporgehobenen Kapseln mit typischen Kalyptren und rötlicher Seta oder die schlanken, entleerten Kapseln mit aufrechtem Exostom zu sehen sind. Das Erkennen epiphytischer Vorkommen kann schwieriger sein, besonders wenn man nicht damit rechnet. Von der Form der Kalyptra her ist *O. nudum* ähnlich, aber bei dieser Art hat die Kalyptra (fast) keine Haare, die Kapsel ist weniger emporgehoben und die Kalyptra ist doch breiter und meist größer. Die an den reifen Kapseln zu sehenden Exostomzähne

sind zudem rötlich. Ähnlicher ist von der Behaarung der Kalyptra *O. cupulatum* s. str. mit ebenfalls rötlichem Exostom. Diese Art hat jedoch tendenziell noch breitere Kalyptren und insbesondere in die Blätter eingesenkte Kapseln. *Lewinskya rupestris* als vierte, im Untersuchungsgebiet vorkommende Art mit aufrechtem Exostom hat ebenfalls wie *O. anomalum* meist hellere Exostomzähne, aber eine noch stärker und länger behaarte Kalyptra sowie weniger deutlich emporgehobene Kapseln. Im Zweifelsfall unterscheidet sich diese Art mikroskopisch durch phaneropore (unbedeckte) Stomata der Kapseln.

Epiphytisch wachsend können weitere Arten *Orthotrichum anomalum* ähneln, besonders untypisch entwickelte Polster. Beispiele wären *O. patens* und *O. stramineum*. Beide Arten haben aber deutlich weniger emporgehobene Kapseln und insbesondere zurückgeschlagene Exostomzähne.

Ökologie und Verbreitung: Das weit verbreite und häufige *Orthotrichum anomalum* ist auch im Untersuchungsgebiet an geeigneten Standorten allgegenwärtig und häufig. Meist wächst die Art auf Gestein, selten ist sie epiphytisch zu finden. Die Vorkommen im Untersuchungsgebiet wirken stabil.

Phänologie: Sporuliert nach dem Beginn des Sporulierens von *Schistidium crassipilum* und vor dem Beginn des Sporulierens von *Grimmia pulvinata*. Die Art ist damit recht früh und wirft den Kapseldeckel meist ab Mitte bis Ende April ab. Zu einem ähnlichen Zeitpunkt sporulieren *O. cupulatum* s. str. und *O. pulchellum*.

Abb. 52: *Orthotrichum anomalum*, Habitus (Aachen-Hahn/NRW, 20.04.2013, F. W. Bomble).

Abb. 53: *Orthotrichum anomalum*, Habitus (Westfriedhof, Aachen/NRW, 15.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 54: *Orthotrichum anomalum*, Kapseln mit Kalyptren (Westfriedhof, Aachen/NRW, 28.02.2023, F. W. Bomble).

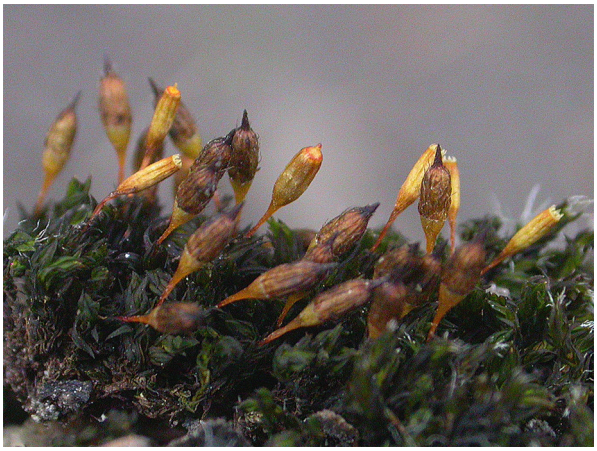

Abb. 55: *Orthotrichum anomalum*, Habitus (nahe Westfriedhof, Aachen/NRW, 18.04.2012, F. W. Bomble).

Abb. 56: *Orthotrichum anomalum*, Kapseln mit Kalyptren (Westfriedhof, Aachen/NRW, 04.04.2023, F. W. Bomble).

Abb. 57: *Orthotrichum anomalum*, Kapsel mit Deckel (Aachen-Hörn/NRW, 29.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 58: *Orthotrichum anomalum*, Kapseln mit Deckeln und Kalyptren sowie offene Kapseln (nahe Westfriedhof, Aachen/NRW, 09.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 59: *Orthotrichum anomalum*, offene Kapseln (Westfriedhof, Aachen/NRW, 12.06.2022, F. W. BOMBLE).

Abb. 60: *Orthotrichum anomalum*, offene Kapseln (Westfriedhof, Aachen/NRW, 12.06.2022, F. W. Bomble).

Abb. 61: *Orthotrichum anomalum*, offene Kapsel (Westfriedhof, Aachen/NRW, 25.04.2023, F. W. Bomble).

Orthotrichum cupulatum agg. [RL NRW 3; EI 3; NRBU 3]: *O. cupulatum* s. str. und *O. nudum*

SCHÄFER-VERWIMP (2001) und MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) nennen neben *Orthotrichum cupulatum* s. str. ein *O. c.* var. *riparium*, das sich durch eine kahle Kalyptra, eine längere Seta und einen ökologischen Schwerpunkt an Mauern und Steinen an Gewässern auszeichnet. *O. c.* var. *riparium* wird hier als eigene Art betrachtet, die nach MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) *O. nudum* heißt.

Orthotrichum nudum erinnert nicht nur durch die stärker emporgehobene Kapsel, sondern auch durch Form und Farbe der Kapsel an ein *O. anomalum* mit kurzer Seta und kürzerer, kahler Kalyptra. Damit weicht es vom Gesamteindruck deutlich von *O. cupulatum* s. str. ab. Zu beachten ist jedoch, dass beide Arten nicht immer der in der Literatur genannten „Norm" entsprechen: Einerseits kann *O. cupulatum* s. str. kahle Kalyptren ausbilden (Abb. 71) und andererseits *O. nudum* manchmal einzelne Haare auf einzelnen Kalyptren aufweisen. Die habituellen Unterschiede bleiben unabhängig davon bestehen. Das Merkmal der Kalyptra-Behaarung sollte dementsprechend als zweitrangig bei der Unterscheidung von *O. cupulatum* s. str. und *O. nudum* angesehen werden, insbesondere auch, weil es bei *O. cupulatum* s. str. von Jahr zu Jahr variiert.

SCHÄFER-VERWIMP (2001) gibt an, dass das für *O. nudum* (als *O. cupulatum* var. *riparium*) genannte Merkmal eines Endostoms in Baden-Württemberg nicht beobachtet werden konnte. Im Untersuchungsgebiet konnte der Verfasser mehrfach bei frischen Kapseln von *O. nudum* ein Endostom nachweisen, während bei *O. cupulatum* s. str. nur einmal an einer Kapsel zwei Fortsätze eines Endostoms auftraten. Möglicherweise ist die Tendenz zur Bildung eines Endostoms somit bei *O. nudum* größer als bei *O. cupulatum* s. str., aber eine Bestimmung ist allein hierüber nicht möglich, da es offenbar nicht immer vorhanden und zudem auch hinfällig ist.
Die genaue Ökologie von *Orthotrichum cupulatum* s. str. und *O. nudum* wird in den einzelnen Abschnitten beschrieben. Schon jetzt sei hervorgehoben, dass *O. nudum* keineswegs nur an Gewässern zu finden ist, sondern auch feuchtere Gesteinsstandorte abseits von Gewässern besiedelt. Über alle Standorte im Untersuchungsgebiet hinweg betrachtet überlappt *O. anomalum* ökologisch mit beiden Arten und kommt regelmäßig gemeinsam mit ihnen vor. Jedoch ist *O. cupulatum* s. str. eher xerothermer als *O. anomalum*, während *O. nudum* eher feuchtere Standorte als *O. anomalum* bevorzugt.

Tab. 1: Feldmerkmale zur Unterscheidung von *Orthotrichum cupulatum* s. str. und *O. nudum*.

	***O. cupulatum* s. str.**	***O. nudum***
Phänologie	früh sporulierend (mit oder kurz nach *O. anomalum*)	später sporulierend (deutlich nach *O. anomalum*)
Kalyptra	meist deutlich behaart, selten (fast) kahl	kahl bis sehr schwach behaart
Kapsel	in die Blätter eingesenkt	über die Blätter emporgehoben
Habitus	eher dichter Wuchs mit aufrechten Sprossen	eher lockerer Wuchs mit niederliegenden bis aufrechten Sprossen

Abb. 62: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Bestand mit Kapseln mit Kalyptren (Westfriedhof, Aachen/NRW, 01.03.2022, F. W. Bomble).

Abb. 63: *Orthotrichum nudum*, Bestand mit Kapseln mit Kalyptren (Westfriedhof, Aachen/NRW, 08.02.2022, F. W. Bomble).

Abb. 64: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Kapseln ohne inneres Peristom (Endostom) (Aachen-Burtscheid/NRW, 22.04.2012, F. W. Bomble – durch ein Binokular fotografiert).

Abb. 65: *Orthotrichum nudum* zeichnet sich oft durch Kapseln mit einem deutlichen inneren Peristom (Endostom: zwei Fortsätze mit Pfeilen gekennzeichnet) aus (Aachen-Burtscheid/NRW, 17.04.2012, F. W. Bomble – durch ein Binokular fotografiert).

Orthotrichum cupulatum Hoffm. ex Brid. s. str. (Becher-Goldhaarmoos i. e. S.; Abb. 62, 64, 66–79)

Feldmerkmale: *Orthotrichum cupulatum* s. str. bildet typische Polster mit abstehenden Sprossen. Die Kapseln sind in die Blätter eingesenkt. Die mäßig bis sehr breiten Kalyptren

sind oft deutlich behaart, können aber auch kahl sein. Die geöffnete Kapsel ist gestreift und hat abstehende, rötliche Exostomzähne.

Die *Orthotrichum cupulatum* s. str. ähnlichste Art ist das nah verwandte *O. nudum* (zur Unterscheidung siehe einleitenden Abschnitt zur Sammelart und Tab. 1). *O. anomalum* ist durch schlankere, deutlich emporgehobene Kapseln mit hellem Exostom deutlich verschieden. Sehr ähnlich kann dagegen *Lewinskya rupestris* sein. Unterschiede im Habitus sowie der Kalyptra bedürfen Erfahrung, sodass bei zu früher Beobachtung für eine endgültige Entscheidung die offenen, weniger gestreiften Kapseln von *L. rupestris* mit hellen (statt roten) Exostomzähnen abgewartet werden müssen. Im Zweifelsfall ist eine mikroskopische Untersuchung der Stomata unumgänglich: Sie sind bei *L. rupestris* phaneropor und bei *O. cupulatum* s. str. kryptopor.

Wenn *Orthotrichum cupulatum* s. str. epiphytisch wächst, ist eine Verwechslung mit *O. patens* nicht auszuschließen. Pflanzen mit Kalyptren sind einander ähnlich, Unterschiede bedürfen der Erfahrung, da beide Arten ähnlich geformte, deutlich behaarte Kalyptren und eingesenkte Kapseln haben. Die offenen Kapseln liefern jedoch eine einfache Unterscheidung, da *O. cupulatum* s. str. aufrechte und *O. patens* zurückgeschlagene Exostomzähne hat.

Ökologie und Verbreitung: Das ursprünglich besonders auf Kalkstein vorkommende *Orthotrichum cupulatum* s. str. (SCHÄFER-VERWIMP 2001) ist im Gebiet zerstreut an Mauern sowie Steineinfassungen auf Friedhöfen zu finden. Einmal konnte die Art im Untersuchungsgebiet epiphytisch an der Stammbasis eines Baumes beobachtet werden: Westfriedhof, Aachen (5202/141 – F. W. Bomble). Die Vorkommen im Untersuchungsgebiet wirken insgesamt stabil, jedoch sind einzelne Wuchsorte oft nur zeitweise besiedelt, meist durch Zerstörung der Wuchsbedingungen an Mauern (Instandsetzung, „Reinigung“, Graffiti). Andererseits kommt es auch immer wieder zu Neuansiedlungen. An anstehenden Kalkgesteinen und hieraus errichteten Mauern konnte *O. cupulatum* s. str. im Untersuchungsgebiet nicht beobachtet werden.

Von *Orthotrichum cupulatum* ist die Besiedlung anthropogener Gesteinsstandorte länger bekannt (vgl. z.B. Nachweise HEINRICHS 1995 besonders im Niederrheinischen Tiefland). Auffallend in Aachen sind regelmäßige Vorkommen im Siedlungsbereich, wo *O. cupulatum* s. str. zwar noch nicht alle Standorte des häufigen *O. anomalum* besiedelt, aber ab und zu innerhalb größerer Bestände dieser Art zu finden ist. In den Niederlanden ist *O. cupulatum* agg. recht häufig (NDFF & BLWG 2022). Die beiden enger umgrenzten Arten wurden in den Niederlanden nur gebietsweise unterschieden, wobei *O. nudum* (als *O. cupulatum* var. *riparium*) häufiger als *O. cupulatum* s. str. festgestellt wurde (NDFF & BLWG 2022).

Außerhalb des Untersuchungsgebietes wurde *Orthotrichum cupulatum* s. str. in Monschau in der Städteregion Aachen auf einer Betonmauer (5403/14 – F. W. & S. BOMBLE, 2012) und am Stammfuß eines Friedhof-Baumes (5403/14 – F. W. BOMBLE & N. JOUßEN, 2020) sowie bei ‚Schöne Aussicht‘ nahe Einruhr (5404/14 – F. W. BOMBLE, rev. SCHÄFER-VERWIMP) beobachtet.

Phänologie: *Orthotrichum cupulatum* s. str. sporuliert recht früh ab Mitte/Ende April und etwa zeitgleich mit *O. anomalum*, d. h. nach dem Beginn des Sporulierens von *Schistidium crassipilum* und vor dem Beginn des Sporulierens von *Grimmia pulvinata*. Die morphologisch und ökologisch ähnlichen *Lewinskya rupestris* und *O. nudum* beginnen nach bisherigen Beobachtungen wesentlich später zu sporulieren.

Abb. 66: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Habitus (Westfriedhof, Aachen/NRW, 19.04.2023, F. W. Bomble).

Abb. 67: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Habitus (Aachen-Burtscheid/NRW, 22.04.2023, F. W. Bomble).

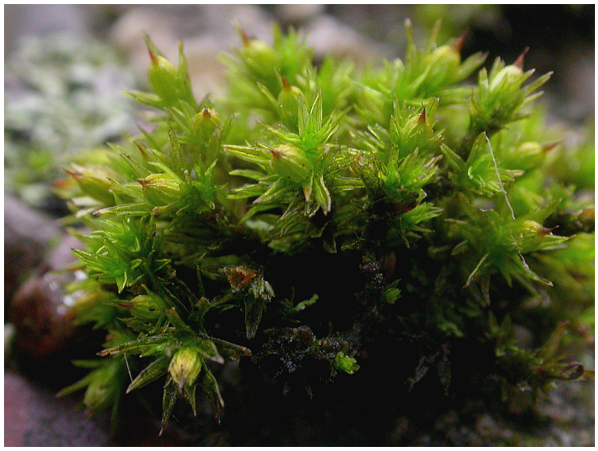

Abb. 68: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Habitus (Aachen-Burtscheid/NRW, 25.02.2012, F. W. Bomble).

Abb. 69: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Habitus (Süden von Aachen/NRW, 11.01.2020, F. W. Bomble).

Abb. 70: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Habitus (Aachen-Burtscheid/NRW, 23.03.2012, F. W. Bomble).

Abb. 71: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Kapseln mit Kalyptren (Friedhof Aachen-Haaren/NRW, 25.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 72: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Kapseln mit Kalyptra und Deckeln (Aachen-Burtscheid/NRW, 22.04.2023, F. W. Bomble).

Abb. 73: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Kapseln mit Kalyptren und offenen Kapseln (Friedhof Aachen-Haaren/NRW, 15.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 74: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Kapsel mit Kalyptra (Westfriedhof, Aachen/NRW, 12.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 75: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Kapsel mit Deckel (Westfriedhof, Aachen/NRW, 20.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 76: *Orthotrichum cupulatum* s. str., offene Kapseln (Aachen-Burtscheid/NRW, 22.04.2012, F. W. Bomble).

Abb. 77: *Orthotrichum cupulatum* s. str., Kapsel mit Deckel und offene Kapsel (Aachen-Burtscheid/NRW, 22.04.2012, F. W. Bomble).

Abb. 78 & 79: *Orthotrichum cupulatum* s. str., offene Kapseln (Westfriedhof, Aachen/NRW, 27.04.2022, F. W. Bomble).

Orthotrichum nudum Dicks. (= *O. cupulatum* var. *riparium* Huebener, Unbehaartes Goldhaarmoos; Abb. 63, 65, 80–93)

Feldmerkmale: *Orthotrichum nudum* kann sowohl in kleinen Polstern mit aufrechten Sprossen als auch in flachen Polstern bis Flächen mit niederliegenden, am Ende aufsteigenden Sprossen wachsen. Die Kapseln sind leicht aus den Blättern emporgehoben. Die Kalyptra ist recht schlank bis breit und kahl oder mit einzelnen Haaren besetzt. Die reifen Kapseln sind recht breit mit aufrechten, rötlichen Exostomzähnen.

Zur Unterscheidung des *Orthotrichum nudum* von *O. anomalum* und *O. cupulatum* s. str. siehe bei diesen Arten und im einleitenden Abschnitt zur Sammelart (insb. Tab. 1). Die habituell manchmal ähnliche *Lewinskya rupestris* unterscheidet sich deutlich durch stark behaarte Kalyptren, zudem durch helle, nicht rötliche Exostomzähne.

Die flache Wuchsform von *Orthotrichum nudum* ist nicht abhängig von fließendem Wasser, sondern kann auch regelmäßig auf flachen, waagerechten Steinen abseits von Gewässern beobachtet werden. Dennoch ist sie wahrscheinlich modifikativ (mit)bedingt, da auch *O. anomalum* an entsprechenden Wuchsorten einen ähnlichen, flacheren Habitus ausbilden kann. Ebenso ist die Länge der Seta offenbar modifikativ veränderlich: Ein Vorkommen auf dem Waldfriedhof in Aachen sporulierte im trockenen Jahr 2022 erst Anfang Juli und hatte dann untypische, kaum aus den Blättern herausragende Kapseln. Schon Ende Februar 2023 ragten die Kapseln desselben Polsters schon deutlich aus den Blättern heraus und entsprachen damit dem typischen Erscheinungsbild der Art.

Ökologie und Verbreitung: *Orthotrichum nudum* wurde im Aachener Stadtgebiet zuerst von Dr. J. Launhardt (mdl. Mitt.) ca. 1995 am Iterbach an der Monschauer Straße (5202/444, als *O. cupulatum* var. *riparium*) gefunden, nach Meinunger & Schröder (2007) sogar erstmalig im Aachener Raum. An diesem Standort konnte der Verfasser die Art bisher nicht wiederfinden, wohl aber in Aachen-Sief an einer Mauer am Iterbach (5302/221 – F. W. Bomble, 2006 & 2012, wahrscheinlich noch heute vorkommend, größerer Bestand – vgl. Abb. 80 & 82) etwa 1,5 Kilometer bachaufwärts. Ansonsten wurde die Art nach Meinunger & Schröder (2007) bisher in Deutschland selten nachgewiesen, wobei für Nordrhein-Westfalen unter zehn Rasterfelder genannt werden.

Neben dem genannten Vorkommen wurde *Orthotrichum nudum* im Stadtgebiet Aachen in Aachen-West an einer Mauer (5202/124 – F. W. Bomble, 2023, Einzelpolster), auf dem Westfriedhof in Aachen auf zwei niedrigen Steinmauern (5202/141 – F. W. Bomble, 2012–2023 bzw. 2022, jeweils einige Pflanzen), auf einer schattigen Mauer am Salvatorberg in Aachen (5202/213 – F. W. Bomble & N. Joußen, 2023, einige Pflanzen), in Aachen-Burtscheid auf einem niedrigen, halbschattigen Mäuerchen (5202/411 – F. W. Bomble, 2012, einige Pflanzen), auf dem Waldfriedhof in Aachen auf zwei Steinen (5202/412 – F. W. Bomble, 2022–2023, Einzelpolster), auf dem Friedhof Aachen-Lintert auf einem größeren Stein (5202/243 – F. W. Bomble, 2023, einige Pflanzen), zwischen Aachen-Friesenrath und Aachen-Walheim auf der Oberseite einer gebüschnahen Betonmauer (5203/333 – F. W. Bomble, 2017) und auf einem kleinem Kalkfelsblock in Aachen-Hahn (5203/334 – F. W. Bomble, 2013, Einzelpolster) beobachtet. Die Vorkommen im Untersuchungsgebiet wirken stabil oder nehmen möglicherweise sogar zu. Dass die Art an weiteren Stellen übersehen wurde, ist wahrscheinlich.

Dementsprechend sollte auf *Orthotrichum nudum* nicht nur an typischen Vorkommen wie Mauern und Gestein an Bächen geachtet werden, sondern auch auf ebenen, länger nass bleibenden Flächen oder in luftfeuchter Lage auch auf senkrechten Flächen auf Steinen und an Mauern auf Friedhöfen und im Siedlungsbereich. Im Untersuchungsgebiet wächst die Art an solchen Stellen heute häufiger als an Bächen. Dass Arten, die gewöhnlich an Gewässerufern vorkommen, auch abseits von Gewässern an anthropogenen Gesteinsstandorten wachsen, ist nicht ungewöhnlich. KOPERSKI (1996) nennt *Brachythecium plumosum* und *Hygrohypnum luridum* für Bremer Friedhöfe. Im Untersuchungsgebiet kennt der Verfasser z. B. Vorkommen von *H. luridum* und *Racomitrium aciculare* auf Aachener Friedhöfen, wo sie unter ähnlichen Bedingungen wachsen wie *O. nudum*.

Auch in anderen Regionen sollte nach *Orthotrichum nudum* außerhalb der Auen gesucht werden. Außerhalb des Untersuchungsgebietes gelangen weitere Nachweise in der Städteregion Aachen auf dem Friedhof Monschau (5403/14 – auf nassen Steinen ein größerer Bestand, F. W. Bomble, 2012, noch 2023: auch an einer weiteren Stelle – F. W. Bomble & N. Joußen), auf dem Friedhof Gemünd im Kreis Euskirchen (5404/24 – F. W. Bomble, N. Joußen, H. Wolgarten, 2016), in der Stadt Bonn auf dem Nordfriedhof auf einer schattig-feuchten Mauer (5208/14 – F. W. Bomble, 2015) und dem Friedhof Bonn-Poppelsdorf auf einer niedrigen Steinmauer (5208/34 – F. W. Bomble, 2015).

Phänologie: *Orthotrichum nudum* konnte bisher nur in geringer Zahl phänologisch eingeschätzt werden, weswegen der genaue Beginn des Sporulierens noch unsicher ist. Dennoch weisen alle Beobachtungen darauf hin, dass *O. nudum* eine recht spät sporulierende Art ist, die ihre Kapseldeckel erst ab Mitte Mai bis Monatswechsel Mai/Juni abwirft. Dieser Zeitpunkt liegt im direkten Vergleich deutlich nach dem Beginn des Sporulierens von *O. anomalum* und im indirekten Vergleich nach dem Beginn des Sporulierens von *Grimmia pulvinata*. Da *O. cupulatum* s. str. etwa gleichzeitig mit *O. anomalum* sporuliert, sporuliert *O. nudum* nach bisherigen Beobachtungen deutlich später als diese Art.

Abb. 80: *Orthotrichum nudum*, Bestand an einer Mauer am Bachufer (Aachen-Sief/NRW, 27.02.2012, F. W. Bomble).

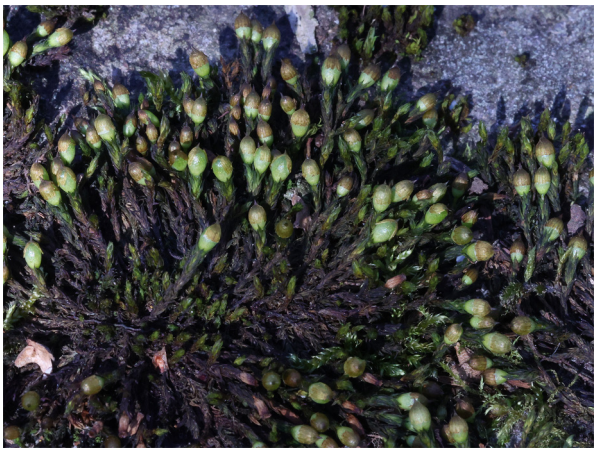

Abb. 81: *Orthotrichum nudum*, Bestand außerhalb einer Bachaue auf einem flachen Stein (Westfriedhof, Aachen/NRW, 04.04.2023, F. W. Bomble).

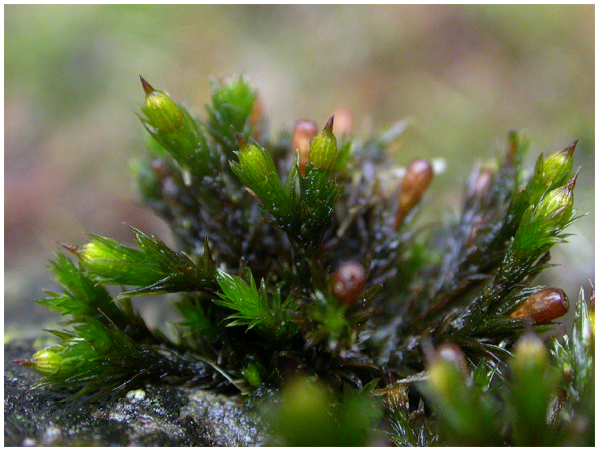

Abb. 82: *Orthotrichum nudum*, Habitus (Aachen-Sief/NRW, 19.02.2006, F. W. Bomble).

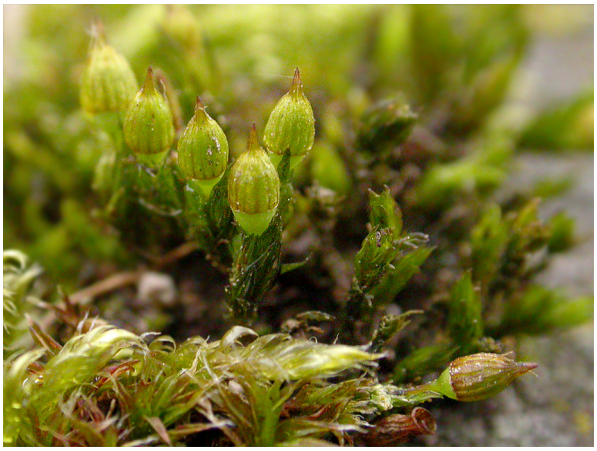

Abb. 83: *Orthotrichum nudum*, Habitus (Friedhof Bonn-Poppelsdorf/NRW, 28.03.2015, F. W. Bomble).

Abb. 84: *Orthotrichum nudum*, Kapseln mit Kalyptren (Westfriedhof, Aachen/NRW, 08.02.2022, F. W. Bomble).

Abb. 85: *Orthotrichum nudum*, Kapseln mit Kalyptren (Friedhof Aachen-Lintert/NRW, 11.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 86: *Orthotrichum nudum*, Habitus (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 15.04.2023, F. W. Bomble).

Abb. 87: *Orthotrichum nudum*, Kapseln mit Kalyptren und teilweise schon zu sehenden Deckeln (Westfriedhof, Aachen/NRW, 18.04.2012, F. W. Bomble).

Abb. 88: *Orthotrichum nudum*, Kapsel mit Deckel und offene Kapsel (Westfriedhof, Aachen/NRW, 26.05.2023, F. W. Bomble).

Abb. 89: *Orthotrichum nudum*, Kapsel mit Deckel (Westfriedhof, Aachen/NRW, 04.04.2023, F. W. Bomble).

Abb. 90: *Orthotrichum nudum*, Kapsel mit Kalyptra und offene Kapsel (Westfriedhof, Aachen/NRW, 26.05.2023, F. W. Bomble).

Abb. 91: *Orthotrichum nudum*, offene Kapseln (Westfriedhof, Aachen/NRW, 25.05.2022, F. W. Bomble).

Abb. 92: *Orthotrichum nudum*, offene Kapseln (Westfriedhof, Aachen/NRW, 25.05.2022, F. W. Bomble).

Abb. 93: *Orthotrichum nudum*, offene Kapsel (Westfriedhof, Aachen/NRW, 13.05.2022, F. W. Bomble).

Orthotrichum columbicum MITT. (= *O. consimile* auct., Winters Goldhaarmoos; Abb. 94–105) [RL NRW 1; EI –; NRBU –]

Feldmerkmale: *Orthotrichum columbicum* bildet kleine Polster mit recht schmalen Blättern. Größere Bestände können kleinflächig wachsen. Die Kapseln sind auf langer Seta weit über die Blätter emporgehoben. Insgesamt erinnert die Art dadurch deutlich an *Ulota*-Arten, auch in der Größe. Eine kahle Kalyptra unterscheidet *O. columbicum* jedoch zuverlässig von den im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen *Ulota*-Arten. Im Zweifelsfall sind die kryptoporen Stomata im Gegensatz zu den phaneroporen von *Ulota* entscheidend. Die Kalyptra ist lang, schlank, unbehaart und hat bis auf eine dunkle Spitze wenig Zeichnung. Fällt sie ab, gibt sie eine lang eiförmige Kapsel mit deutlich rot gerandetem Deckel frei. Die entleerte Kapsel ist gestreift und hat ein helles, zurückgeschlagenes Exostom aus acht Zähnen.

Neben *Ulota*-Arten ist *Orthotrichum columbicum* im Untersuchungsgebiet einzig *O. pulchellum* ähnlich. Diese Art ist jedoch insgesamt deutlich kleiner. Die Kalyptra von *O. pulchellum* ist im Verhältnis zur Kapsel tendenziell kürzer als die von *O. columbicum*, meist breiter und am Unterrand deutlicher gemustert. Die Exostomzähne von *O. pulchellum* sind zumindest schwach, meist aber kräftig orange und damit deutlich abweichend gefärbt als die hellen, nicht rötlichen Exostomzähne von *O. columbicum*.

Taxonomie: MEDINA & al. (2012) weisen nach, dass sich unter dem Namen *Orthotrichum consimile* vier Arten verbergen. Alle außeramerikanischen und damit auch alle europäischen Nachweise gehören zu *O. columbicum* MITT. Dies gilt auch für die hier vorgestellten Vorkommen. *O. columbicum* ist nach MEDINA & al. (2012) gekennzeichnet durch eine kahle Kalyptra, eine lange Seta von 2,5–5,5 mm Länge, einen Kapseldeckel mit einem roten Ring und einem Exostom aus acht Zähnen und einem Endostom aus sechszehn Fortsätzen. Außerdem weisen die unteren Segmente der Exostomzähne auf der Innenseite ein streifenförmiges Muster auf.

Ökologie und Verbreitung: *Orthotrichum columbicum* ist im Untersuchungsgebiet sehr selten, nimmt aber möglicherweise zu: Die Art wurde an drei Stellen gefunden. Dabei sind es nur insgesamt fünf Bäume, auf denen die Art beobachtet werden konnte. *O. columbicum* ist dementsprechend im Untersuchungsgebiet rein epiphytisch. Das Vorkommen am Dreiländerpunkt in den Niederlanden konnte wenige Jahre später nicht mehr bestätigt werden –

möglicherweise wurde der Trägerbaum gefällt. Trotz Neufunden in den letzten Jahren und einer möglichen weiteren Zunahme ist *O. columbicum* allein schon durch Seltenheit als extrem gefährdet anzusehen. MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) nennen für Deutschland nur fünf jeweils weit entfernte Fundorte: zweimal in Baden-Württemberg und je einmal im Saarland (historischer Nachweis), in Sachsen und Nordrhein-Westfalen, wo sie von C. Schmidt nach 130 Jahren bei Brilon erstmalig wieder für Deutschland nachgewiesen werden konnte. Nach freundlichem Hinweis von Dr. C. Schmidt (mündl. Mitt.) wurde *O. columbicum* seitdem von ihm in Nordrhein-Westfalen 2010 einmal im Süderbergland und 2015 einmal im Nationalpark Eifel gefunden. Inzwischen wurde die Art mit Hessen (ECKSTEIN 2020) und Thüringen (ECKSTEIN & al. 2020) in weiteren Bundesländern nachgewiesen. SOTIAUX & al. (1998) konnten *O. columbicum* schon zwischen 1993 und 1997 an acht Stellen in Belgien nachweisen. In den Niederlanden wurde die Art ebenfalls 1993 gefunden (VAN DER PLUIJM 2000). HANS (2004) berichtet von einem Fund in Luxemburg im Jahr 2003. NDFF & BLWG (2022) nennen in den Niederlanden Nachweise in sieben Kartierfeldern ab 1990. BLOCKEEL (2008) berichtet von einem Wiederfund der Art in Großbritannien nach über 150 Jahren in Derbyshire, und BOSANQUET (2012) nennt schon drei weitere Nachweise.

Im Untersuchungsgebiet konnte *Orthotrichum columbicum* in drei Gebieten nachgewiesen werden: Dreiländerpunkt oberhalb Vaals, Niederlande (entspricht 5202/133 – F. W. Bomble, 2012), Waldfriedhof, Aachen (5202/414 – insgesamt fünf Polster auf drei Bäumen an unterschiedlichen Stellen, F. W. Bomble, 2022), Friedhof Aachen-Lintert (5202/421 – zwei Polster, F. W. Bomble & N. Joußen, 2022). Alle Wuchsorte liegen und lagen an halboffenen, licht bewaldeten Stellen unter recht luftfeuchten Bedingungen in direkter Nachbarschaft zu großen Waldkomplexen. Am Dreiländerpunkt wuchs ein kleinflächiger Bestand. An den anderen aktuellen Wuchsorten wuchsen 2022 je ein bis zwei kleine Polster auf einem Baum. Der aktuell bekannte Gesamtbestand im Untersuchungsgebiet besteht aus sieben Polstern. Die von HANS (2004) beispielsweise für *O. pulchellum*, *O. pallens*, *Ulota coarctata* und *Zygodon conoideus* genutzte Bezeichnung „low-density-species“ trifft im Untersuchungsgebiet noch heute auf *O. columbicum* zu.

Insgesamt ähnelt das Vorkommen von *Orthotrichum columbicum* im Untersuchungsgebiet den von AHRENS (2004) beschriebenen Fundumständen südlich Conweiler am Nordrand des Nordschwarzwalds bezogen auf nur drei kleine aufzufindende Polster und der Ökologie: eine luftfeuchte Wiese in Waldnähe. Nach HANS (2004) bevorzugt die Art schattige Standorte. Im Untersuchungsgebiet wäre eher von waldig, halboffen und luftfeucht zu sprechen, wirklich schattig sind die Wuchsorte nicht. In den Niederlanden spricht VAN DER PLUIJM (2000) auch von luftfeuchten Wuchsorten. HANS (2004), VAN DER PLUIJM (2000) und SOTIAUX & al. (1998) kennen *O. columbicum* nur an anthropogen beeinflussten, ruderalen Stellen. Im Untersuchungsgebiet handelt es sich zwar nicht um naturnahe Standorte, aber die Fundsituationen können nicht als ausgesprochen ruderal bezeichnet werden, sondern es sind entsprechende Vorkommen auch in naturnahen Waldbereichen denkbar.

Phänologie: In zwei Jahren, in denen *Orthotrichum columbicum* im Untersuchungsgebiet intensiv phänologisch beobachtet wurde, sporulierte die Art ab Mitte/Ende Juli bzw. Anfang August. Dieser späte Zeitraum liegt deutlich nach dem Beginn des Sporulierens von *O. stramineum*, das schon eine spät sporulierende Art ist. Später sporuliert im Untersuchungsgebiet nur *Ulota bruchii*. Damit weicht *O. columbicum* phänologisch sehr deutlich von dem morphologisch ähnlichen *O. pulchellum* ab, das etwa drei Monate früher zu sporulieren beginnt (vgl. auch AHRENS 2004: 83: „Sporenreife bei *O. consimile* im Sommer, bei *O. pulchellum* im Frühjahr“ und VAN DER PLUIJM 2000). Etwas frühere Zeitangaben bei SOTIAUX & al. (1998: 450: „mature capsules from the end of May to July“) wie auch bei BLOCKEEL (2008: 25: „the capsules of *O. pulchellum* mature in spring [March–May], and

those of *O. consimile* in summer [June–July]“) könnten an der Beobachtung von Kapseln mit Deckeln liegen, also einem früheren Zeitpunkt der Entwicklung als dem Abwerfen des Kapseldeckels im Gelände.

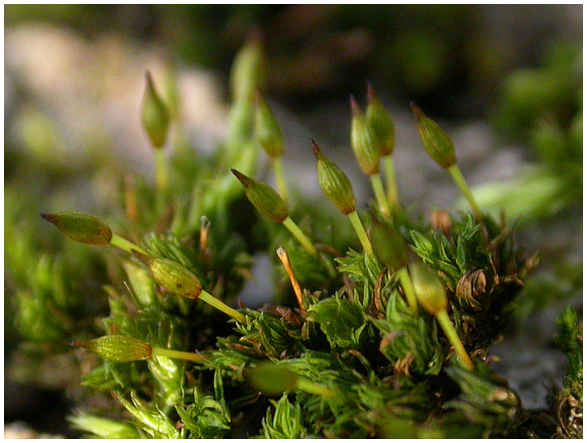

Abb. 94: *Orthotrichum columbicum*, Habitus (Dreiländerpunkt oberhalb Vaals/Niederlande, 19.03.2012, F. W. Bomble).

Abb. 95: *Orthotrichum columbicum*, Habitus (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 06.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 96: *Orthotrichum columbicum*, Blättchen und Kapseln mit Kalyptren (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 19.02.2022, F. W. Bomble).

Abb. 97: *Orthotrichum columbicum*, feuchte Blättchen und Kapsel mit Kalyptra (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 11.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 98: *Orthotrichum columbicum*, Kapseln mit Kalyptren (Friedhof Aachen-Lintert/NRW, 09.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 99: *Orthotrichum columbicum*, Kapseln mit Kalyptren (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 06.05.2022, F. W. Bomble).

Abb. 100: *Orthotrichum columbicum*, Kapseln mit Deckeln und Kalyptren (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 25.06.2022, F. W. BOMBLE).

Abb. 101: *Orthotrichum columbicum*, Kapseln mit Deckeln und Kalyptra und offene Kapsel (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 24.07.2022, F. W. Bomble).

Abb. 102: *Orthotrichum columbicum*, Kapseln mit Deckeln (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 09.08.2022, F. W. Bomble).

Abb. 103: *Orthotrichum columbicum*, Kapsel mit Deckel und offene Kapsel (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 30.08.2022, F. W. Bomble).

Abb. 104: *Orthotrichum columbicum*, offene Kapsel (Dreiländerpunkt oberhalb Vaals/Niederlande, 08.08.2012, F. W. Bomble).

Abb. 105: *Orthotrichum columbicum*, offene Kapsel (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 20.08.2022, F. W. Bomble).

Orthotrichum pulchellum BRUNT. (Niedliches Goldhaarmoos; Abb. 106–115) [RL NRW *; EI *; NRBU *]

Feldmerkmale: *Orthotrichum pulchellum* ist eine zierliche, Polster bildende, aber manchmal auch kleinflächig wachsende Art. Die Blätter sind schmal, wodurch die Pflanze vegetativ *Ulota*-ähnlich wirkt. Die deutlich aus dem Polster herausragenden Kapseln werden von der Kalyptra recht wenig bedeckt. Die Kalyptra ist kahl und hat neben der dunklen Spitze einen gewellten, dunkel gemusterten Rand. Die entleerten Kapseln sind schlank und haben kräftig orange Exostomzähne.

Durch die Kombination des Habitus mit den deutlich gemusterten Kalyptren wie auch der Kapsel mit orangen Exostomzähnen ist *Orthotrichum pulchellum* gut erkennbar. Ähnlich ist das kräftigere *O. columbicum*, das noch deutlicher gestielte Kapseln mit einer schlankeren, zeichnungsärmeren Kalyptra und hellen, nicht rötlichen Exostomzähnen ausbildet. Alle im Gebiet gefundenen *Ulota*-Arten haben behaarte Kalyptren und keine rötlichen Exostomzähne, sodass diese Merkmale neben habituellen Unterschieden kennzeichnend sind. Wäre man gegenüber nicht im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen, in den genannten Merkmalen ähnlicheren *Ulota*-Arten unsicher, könnte man die Stomata mikroskopisch untersuchen, die bei *O. pulchellum* kryptopor, bei *Ulota* phaneropor sind.

Ökologie und Verbreitung: Das ursprünglich atlantisch verbreitete, im Untersuchungsgebiet fehlende *Orthotrichum pulchellum* hat sich bekanntermaßen in den letzten Jahrzehnten in Deutschland ausgebreitet (FRAHM 2002a) und ist heute im Untersuchungsgebiet eine verbreitete Art (BOMBLE 2014). Sie wächst fast ausschließlich epiphytisch, sowohl am Stamm wie auch auf Ästen im Kronenbereich der Bäume sowie auf Sträuchern. Auf dem Friedhof Aachen-Lintert konnten einige Pflanzen auf einem flachen, schattigen Stein (5202/421 – F. W. Bomble & N. Joußen, 2022) und auf dem Waldfriedhof eine Pflanze auf einem Grabstein (5202/414 – F. W. Bomble, 2023) beobachtet werden. Die Vorkommen im Untersuchungsgebiet wirken stabil oder nehmen sogar noch zu.

Phänologie: *Orthotrichum pulchellum* sporuliert recht früh ab Mitte/Ende April. Dieser Zeitpunkt liegt deutlich nach dem Beginn des Sporulierens von *Lewinskya striata* und noch deutlich vor dem Beginn des Sporulierens von *Ulota crispula*. *O. patens* sporuliert kurz nach dem Beginn des Sporulierens von *O. pulchellum*. Damit sporuliert *O. pulchellum* ungefähr drei Monate vor dem morphologisch ähnlichen *O. columbicum*.

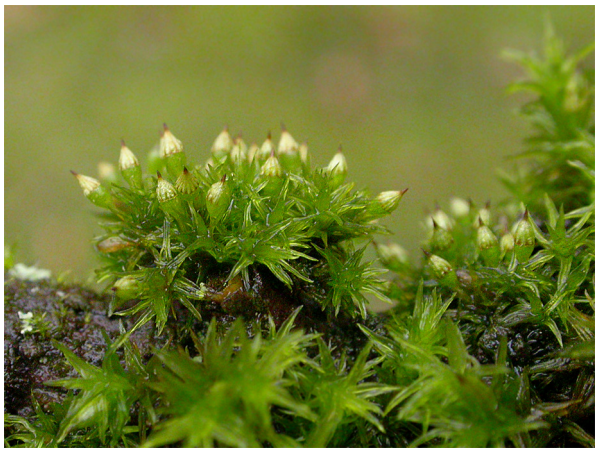

Abb. 106: *Orthotrichum pulchellum*, Habitus der feuchten Pflanze (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 07.03.2020, F. W. Bomble).

Abb. 107: *Orthotrichum pulchellum*, Habitus der trockenen Pflanze (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 30.01.2022, F. W. Bomble).

Abb. 108: *Orthotrichum pulchellum*, feuchte Blättchen und Kapseln mit Kalyptren (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 11.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 109: *Orthotrichum pulchellum*, Blättchen und Kapseln mit Kalyptren (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 11.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 110: *Orthotrichum pulchellum*, Kapseln mit Deckel und Kalyptren (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 18.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 111: *Orthotrichum pulchellum*, Kapsel mit Kalyptra und offene Kapseln (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 06.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 112: *Orthotrichum pulchellum*, offene Kapsel und Blättchen trocken (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 17.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 113: *Orthotrichum pulchellum*, offene Kapseln (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 26.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 114: *Orthotrichum pulchellum*, Kapsel mit Kalyptra und offene Kapseln (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 15.04.2023, F. W. Bomble).

Abb. 115: *Orthotrichum pulchellum*, offene Kapseln (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 06.05.2023, F. W. Bomble).

Orthotrichum diaphanum Schrad. ex Brid. (Glashaar-Goldhaarmoos; Abb. 116–125) [RL NRW *; EI *; NRBU *]

Feldmerkmale: *Orthotrichum diaphanum* ist eine kleine Art, die sowohl kleine Einzelpolster als auch dichte Bestände bilden kann. Im Gebiet ist sie die einzige Art mit Blättern mit einer deutlichen Glasspitze und deshalb – wenn eine Art der *Orthotrichaceae* vorliegt – kaum mit einer anderen Art zu verwechseln. Auffällig sind auch die kleinen Kalyptren. Die an der geöffneten Kapsel spreizenden, weißlichen 16 Exostomzähne sind ebenfalls charakteristisch.

Ökologie und Verbreitung: Im Gebiet kommt *Orthotrichum diaphanum* auf Rinde und Stein überall vor und ist häufig. Nach Frey & al. (1995) ist es eine nitrophile Art, die durch Stickstoffemissionen zugenommen und sich sogar bis in die Innenstädte ausgebreitet hat. Die Vorkommen im Untersuchungsgebiet wirken stabil.

Phänologie: *Orthotrichum diaphanum* ist im Untersuchungsgebiet mit Abstand die erste im Jahresverlauf sporulierende Art, die schon im Winter ihre Kapseldeckel abwirft. Teilweise kann man sporulierende Polster sogar schon Ende November beobachten. Die Sporenreife der gesamten Population erstreckt sich jedoch auf einen weiten Zeitraum und man kann bis weit in den Frühling hinein frisch sporulierende Polster finden.

Abb. 116: *Orthotrichum diaphanum*, Habitus (Friedhof Aachen-Laurensberg/NRW, 15.08.2012, F. W. BOMBLE).

Abb. 117: *Orthotrichum diaphanum*, Habitus (Campus Melaten, Aachen-Hörn/NRW, 04.02.2022, F. W. BOMBLE).

Abb. 118: *Orthotrichum diaphanum*, feuchte Blättchen (Westfriedhof, Aachen/NRW, 15.03.2012, F. W. BOMBLE).

Abb. 119: *Orthotrichum diaphanum*, feuchte Pflanze mit Kapseln mit Kalyptren (Westfriedhof, Aachen/NRW, 15.03.2012, F. W. Bomble).

Abb. 120: *Orthotrichum diaphanum*, Kapseln mit Kalyptren (nahe Klinikum Aachen/NRW, 12.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 121: *Orthotrichum diaphanum*, Kapseln mit Kalyptren und offene Kapsel (Friedhof Aachen-Haaren/NRW, 25.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 122: *Orthotrichum diaphanum*, Kapsel mit Deckel (nahe Klinikum Aachen/NRW, 12.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 123: *Orthotrichum diaphanum*, Kapsel mit Deckel und offene Kapseln (Aachen/NRW, 29.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 124: *Orthotrichum diaphanum*, Kapseln mit Kalyptren und offene Kapseln (Friedhof Aachen-Laurensberg/NRW, 28.03.2012, F. W. Bomble).

Abb. 125: *Orthotrichum diaphanum*, offene Kapseln (nahe Klinikum Aachen/NRW, 27.04.2022, F. W. Bomble).

Orthotrichum patens und *O. stramineum*

Orthotrichum patens und *O. stramineum* sind zwei ähnliche, kleine, epiphytische *Orthotrichum*-Arten mit behaarter, dunkelspitziger Kalyptra und nicht auffallend emporgehobener Kapsel. Sie lassen sich dennoch durch eine Reihe von Merkmalen unterscheiden, insbesondere wenn man die unterschiedliche Phänologie berücksichtigt (vgl. Tab. 2). Am einfachsten ist ein Erkennen im Feld vor der Sporenreife an den deutlich unterschiedlich aussehenden Kalyptren (Abb. 126).

Tab. 2: Feldmerkmale zur Unterscheidung von *Orthotrichum patens* und *O. stramineum*.

	O. patens	***O. stramineum***
Phänologie	früh sporulierend (nach *O. anomalum*, vor *L. affinis* s. str.)	spät sporulierend (nach *L. affinis* s. str.)
Kalyptra	breit, stark behaart	schmal, wenig behaart bis (fast) kahl
Kapsel	recht kurz-bauchig, am Grund plötzlich verschmälert, mit schmalen Streifen	recht lang, am Grund allmählich verschmälert, mit breiten Streifen

Abb. 126: *Orthotrichum patens* (links oben) und *O. stramineum* (rechts unten) nicht weit voneinander wachsend (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 18.03.2023, F. W. Bomble). Beide Arten sind im Frühjahr mit Kalyptren normalerweise gut habituell unterscheidbar. Man sieht gut den Unterschied in der Form der Kalyptren, die bei *O. patens* wesentlich breiter sind. Das früh sporulierende *O. patens* beginnt schon, eine Kalyptra abzuwerfen (vordere Mitte des Polsters), während dies bei dem spät sporulierenden *O. stramineum* deutlich später der Fall ist.

Orthotrichum patens Bruch ex Brid. (Abstehendbeblättertes Goldhaarmoos; Abb. 126 links oben, 127–136) [RL NRW D; EI 0; NRBU D]

Feldmerkmale: *Orthotrichum patens* ist eine mittelgroße Art, die durch eine breite, stark behaarte Kalyptra mit dunkler Spitze auffällt. Auch die Kapsel ist breit und an der Basis plötzlich verschmälert. Die Streifen der Kapsel sind schmal. Zur Unterscheidung von *Orthotrichum patens* und *O. stramineum* siehe bei letzterer Art.
Manchmal sind andere Arten mit stark behaarter Kalyptra ähnlich. Sie unterscheiden sich jedoch deutlich in der Ausbildung des Peristoms, z. B. *Lewinskya rupestris* und *Orthotrichum anomalum* durch aufrechte Exostomzähne.

Ökologie und Verbreitung: Im Untersuchungsgebiet ist *Orthotrichum patens* eine zerstreut zu findende Art und deutlich seltener als *O. stramineum*. Meist wächst *O. patens* einzeln oder in kleinen Populationen. Es konnte bisher nur auf Rinde beobachtet werden. Wuchsorte liegen bevorzugt in halboffenen Parklandschaften, lichteren Waldbereichen sowie im Siedlungsbereich. Die Vorkommen im Untersuchungsgebiet wirken stabil. Aufgrund des hier vorherrschenden feuchteren Gesamtklimas kann die Einschätzung von Hans (2004), der die Art nur von luftfeuchten Standorten kennt, nur teilweise bestätigt werden, da auch offenere, weniger luftfeuchte Standorte besiedelt werden.

Nach Meinunger & Schröder (2007) liegt die Hauptverbreitung der Art in Deutschland im südlichen Bereich, wobei für Nordrhein-Westfalen nur wenige Vorkommen entlang des Südrandes des Bundeslandes genannt werden. Van der Pluijm (2004) weist alte und neue Vorkommen in den Niederlanden nach. Nach NDFF & BLWG (2022) ist *O. patens* auch heute eine in den Niederlanden zwar verbreitete, aber recht selten vorkommende Art.

Phänologie: *Orthotrichum patens* gehört zu den früh sporulierenden Arten und wirft den Kapseldeckel kurz nach dem Beginn des Sporulierens von *O. pulchellum* und vor dem Beginn des Sporulierens von *Ulota crispula* ab, meist um den Monatswechsel April/Mai (zu ähnlichen, etwas späteren Zeitangaben vgl. Schäfer-Verwimp 2001 und van der Pluijm 2004). Zum phänologischen Vergleich von *Orthotrichum patens* und *O. stramineum* siehe dort.

Abb. 127: *Orthotrichum patens*, Habitus (Westfriedhof, Aachen/NRW, 09.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 128: *Orthotrichum patens*, Habitus (Dreiländerpunkt oberhalb Vaals/Niederlande, 16.04.2012, F. W. Bomble).

Abb. 129: *Orthotrichum patens*, Kapseln mit Kalyptren (Westfriedhof, Aachen/NRW, 02.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 130: *Orthotrichum patens*, Kapseln mit Kalyptren (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 11.03.2023, F. W. Bomble).

Abb. 131: *Orthotrichum patens*, Kapseln mit Kalyptren und Deckel (Friedhof Aachen-Laurensberg-Hand/NRW, 10.04.2023, F. W. Bomble).

Abb. 132: *Orthotrichum patens*, Kapseln mit Kalyptren und Deckeln (nahe Klinikum Aachen/NRW, 19.04.2023, F. W. Bomble).

Abb. 133: *Orthotrichum patens*, Kapseln mit Kalyptren und offene Kapseln (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 30.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 134: *Orthotrichum patens*, Kapseln mit Kalyptren und offene Kapsel (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 30.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 135: *Orthotrichum patens*, Kapsel mit Deckel und offene Kapsel (nahe Waldfriedhof, Aachener Stadtwald/NRW, 30.04.2012, F. W. Bomble).

Abb. 136: *Orthotrichum patens*, offene Kapsel (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 11.05.2022, F. W. Bomble).

Orthotrichum stramineum Hornsch. ex Brid. (Gelbhaubiges Goldhaarmoos; Abb. 126 rechts unten, 137–146) [RL NRW *; EI *; NRBU D]

Feldmerkmale: *Orthotrichum stramineum* ist durch die behaarte, dunkel rötlich bespitzte Kalyptra eine auffällige Art. Manchmal fehlen die Haare (fast), aber auch dann ist die recht schlanke Kalyptra mit dunkler Spitze typisch. Die Kapseln sind ziemlich schmal und an der Basis gleichmäßig verschmälert. Die Streifen der offenen Kapsel sind breit.

Mit *Orthotrichum stramineum* verwechslungsträchtig ist im Untersuchungsgebiet fast ausschließlich *O. patens*. Neben der deutlich abweichenden Phänologie sind beide Arten gut an den Kalyptren und Kapseln zu unterscheiden. Die Kalyptra von *O. patens* ist normalerweise viel breiter und stärker behaart als die von *O. stramineum*. Ebenso ist die geöffnete Kapsel von *O. patens* deutlich breiter als die von *O. stramineum*. Die Kapsel von *O. patens* ist zusätzlich plötzlich an der Basis verschmälert und hat schmale Streifen, während die von *O. stramineum* gleichmäßig verschmälert ist und breite Streifen ausbildet.

Ökologie und Verbreitung: Besonders in den größeren Waldgebieten ist *Orthotrichum stramineum* verbreitet, kommt aber auch in Parklandschaften wie im Siedlungsraum vor. Es ist eine der häufigeren Arten. Man findet meist Einzelpolster oder kleine Bestände. *O. stramineum* wächst fast ausschließlich auf Rinde. Zweimal konnte die Art auf Stein beobachtet werden: auf dem Westfriedhof in Aachen (5202/141 – F. W. Bomble, 2023) auf einem schattigen Stein in Nachbarschaft zu einem reich besiedelten Baum und auf dem Waldfriedhof auf einem halbschattigen Grabstein (5202/412 – F. W. Bomble, 2023). Die Vorkommen im Untersuchungsgebiet wirken stabil.

Phänologie: *Orthotrichum stramineum* gehört zu den später sporulierenden Arten. Im Untersuchungsgebiet folgt sie auf den Beginn des Sporulierens von *Lewinskya affinis* s. str. Das Abwerfen des Kapseldeckels kann je nach Jahresverlauf schon zum Monatswechsel Mai/Juni geschehen, in anderen Jahren aber erst ab Mitte Juni.

Wichtig ist die Phänologie zur Unterscheidung von *Orthotrichum patens* und *O. stramineum*, worauf schon SCHÄFER-VERWIMP (2001) hinweist, der bei etwa einem Monat Abstand als Zeitraum der Sporenreife bei *O. patens* Mai bis Juni und bei *O. stramineum* Juni bis Juli (in höheren Lagen August bis September) angibt. Ähnliche Zeiträume und -unterschiede nennt VAN DER PLUIJM (2004) für die Niederlande. Das entspricht weitgehend der Situation im Untersuchungsgebiet. Der phänologische Unterschied ist sogar so deutlich, dass drei (recht) häufige Arten in dieser Reihenfolge zwischen beiden Arten mit dem Sporulieren beginnen: *Ulota crispula* (vgl. auch BOMBLE 2015), *O. tenellum* und *Lewinskya affinis* s. str.

Abb. 137: *Orthotrichum stramineum*, Habitus (Westfriedhof, Aachen/NRW, 02.04.2022, F. W. Bomble).

Abb. 138: *Orthotrichum stramineum*, Habitus (Friedhof Aachen-Schleckheim/NRW, 03.04.2022, F. W. Bomble).

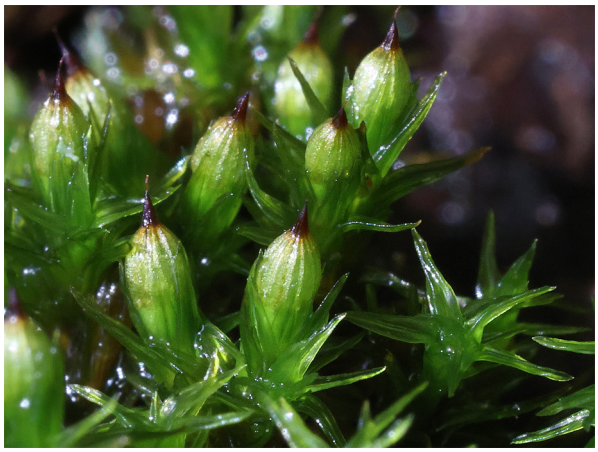

Abb. 139: *Orthotrichum stramineum*, Kapseln mit Kalyptren (Westfriedhof, Aachen/NRW, 15.03.2012, F. W. Bomble).

Abb. 140: *Orthotrichum stramineum*, Kapseln mit Deckeln und Kalyptren (Westfriedhof, Aachen/NRW, 29.06.2022, F. W. Bomble).

Abb. 141: *Orthotrichum stramineum*, Kapseln mit Kalyptren (Westfriedhof, Aachen/NRW, 03.05.2022, F. W. Bomble).

Abb. 142: *Orthotrichum stramineum*, Kapseln mit Kalyptren und Kapsel mit Deckel (Westfriedhof, Aachen/NRW, 20.05.2023, F. W. Bomble).

Abb. 143: *Orthotrichum stramineum*, Kapseln mit Kalyptren und offene Kapseln (Westfriedhof, Aachen/NRW, 25.06.2012, F. W. Bomble).

Abb. 144: *Orthotrichum stramineum*, offene (und alte) Kapseln (Westfriedhof, Aachen/NRW, 12.06.2022, F. W. Bomble).

Abb. 145: *Orthotrichum stramineum*, Kapseln mit Kalyptren und offene Kapsel (Westfriedhof, Aachen/NRW, 22.06.2022, F. W. Bomble).

Abb. 146: *Orthotrichum stramineum*, offene Kapsel (Waldfriedhof, Aachen/NRW, 25.06.2022, F. W. Bomble).

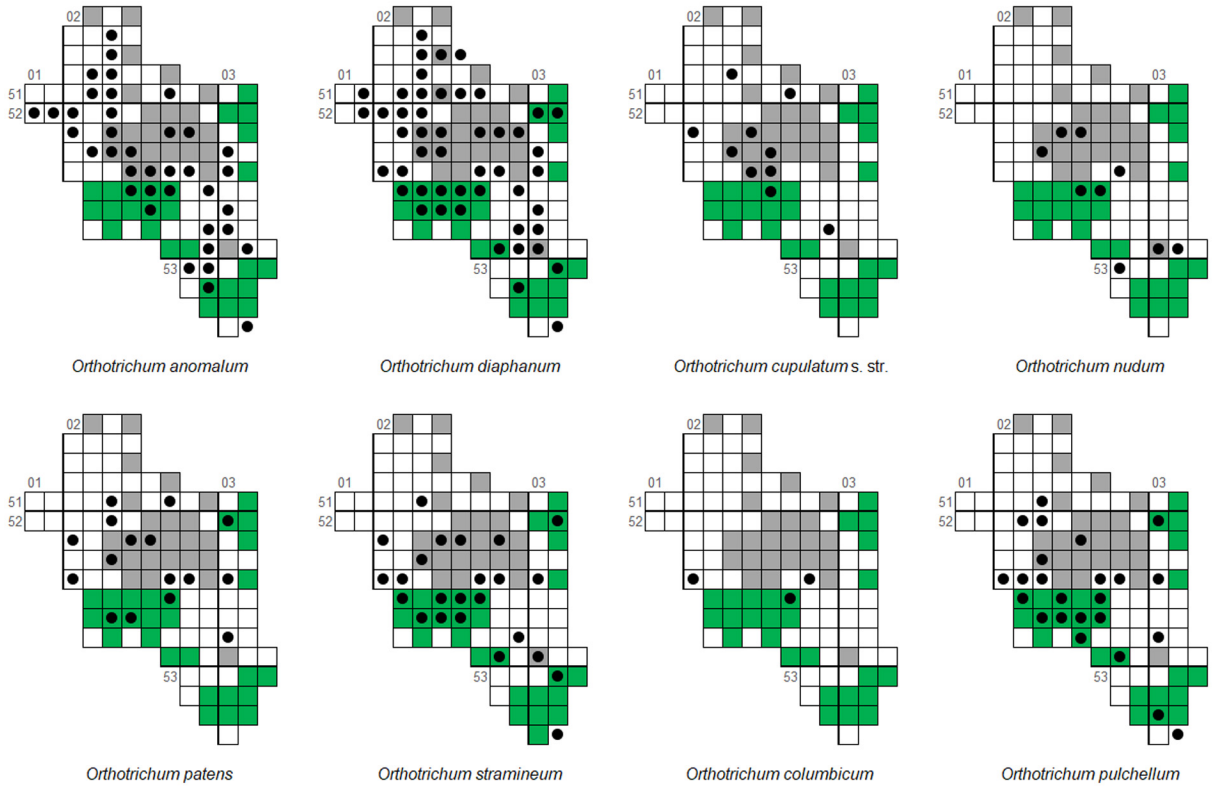

Abb. 147: Verbreitung (Kartierungsstand) der in dieser Arbeit besprochenen Arten der Gattung *Orthotrichum* in der Stadt Aachen und angrenzenden Gebieten. Farbig hinterlegt sind Felder mit mehr als 50 % Waldanteil (grün) und mehr als 50 % Siedlungsanteil (grau).

Danksagung

Herzlich danke ich Dr. Jürgen Launhardt (Marburg) für die Mitteilung des Fundes von *Orthotrichum nudum*, Markus Preußing (Holzminden) und Dr. Carsten Schmidt (Münster) für die Mitteilung von Funden von *O. columbicum* und *Zygodon dentatus*, Alfons Schäfer-Verwimp (Herdwangen-Schönach) für die Überprüfung und Revision von Herbarbelegen in meiner Anfangszeit intensiver Beschäftigung, Dr. Filip Verloove (Meise) für wichtige Literatur, Stefanie Bomble (Aachen), Dr. Nicole Joußen (Nideggen-Wollersheim) und Herbert Wolgarten (Herzogenrath) für gemeinsame Beobachtungen.

Literatur

AHRENS, M. 2004: Zum Vorkommen von *Orthotrichum acuminatum* H. PHILIB. und *O. consimile* MITT. (*Bryopsida*, *Orthotrichaceae*) im Nordschwarzwald. – Carolinea 62: 81–85.

BLOCKEEL, T. 2008: *Orthotrichum consimile* in Derbyshire. – FieldBryology 94: 23–26.

BOMBLE, [F.] W. 2003: *Lophocolea semiteres* und *Ulota phyllantha* in Aachen. – Bryol. Rundbr. 64: 1.

BOMBLE, F. W. 2014: Epiphytische Moose in Nordrhein-Westfalen: häufige Arten und Einwanderung atlantischer Arten. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver. 5: 178–188.

BOMBLE, F. W. 2015: Zur Taxonomie von *Ulota crispa* s. str. und *U. crispula*. – Decheniana 168: 52–61.

BOSANQUET, S. 2009: *Orthotrichum* – Britain's bristle-mosses. – British Wildlife 20.3: 187–194.

BOSANQUET, S. 2012: Vagrant epiphytic mosses in England and Wales. – FieldBryology 107: 3–17.

CALABRESE, G. M. & MUÑOZ, J. 2008: *Zygodon* (*Orthotrichaceae*) in the Iberian Peninsula. – The Bryologist 111: 231–247.

DRAPER, I., GARILLETI, R., CALLEJA, J. A., FLAGMEIER, M., MAZIMPAKA, V., VIGALONDO, B. & LARA, F. 2021: Insights Into the Evolutionary History of the Subfamily *Orthotrichoideae* (*Orthotrichaceae*, *Bryophyta*): New and Former Supra-Specific Taxa So Far Obscured by Prevailing Homoplasy. – Front. Plant Sci. 12: https://doi.org/10.3389/fpls.2021.629035 [02.03.2023].

ECKSTEIN, J. 2020: *Pterygoneurum papillosum* neu für Niedersachsen und *Orthotrichum columbicum* neu für Hessen. – Herzogiella 7: 67–70.

ECKSTEIN, J., PREUßING, M. & SCHMIDT, H.-C. 2020: Bemerkenswerte Moosfunde aus Thüringen. – Herzogia 33: 263–274.

FRAHM, J.-P. 2002a: Zur aktuellen Verbreitung von *Orthotrichum pulchellum*. – Bryol. Rundbr. 52: 1–5.

FRAHM, J.-P. 2002b: Die aktuellen Vorkommen von *Ulota phyllantha* und *Zygodon conoideus* in Deutschland. – Bryol. Rundbr. 53: 1–4.

FRAHM, J.-P. 2011a: The taxonomic status of *Orthotrichum fastigiatum*. – Archive for Bryology 81: 1–7.

FRAHM, J.-P. 2011b: Bildatlas der epiphytischen *Orthotrichum*-Arten Deutschlands. – Arch. Bryol., Special Vol. 1: 1–31.

FRAHM, J.-P. & FREY, W. 2004: Moosflora, 4. Aufl. – Stuttgart.

FREY, W., FRAHM, J.-P., FISCHER, E. & LOBIN, W. 1995: Kleine Kryptogamenflora IV: Die Moos- und Farnpflanzen Europas, 6. Aufl. – Stuttgart, Jena, New York.

HANS, F. 2004: Neue und seltene Arten aus der Familie der *Orthotrichaceae* (*Musci*) für Luxemburg – Mögliche Indikatoren für einen Klimawechsel? – Bull. Soc. Nat. luxemb. 105: 15–25.

HEINRICHS, J. 1995: Neue Moosfunde aus dem Rheinland. – Flor. Rundbr. 29: 198–206.

INSTITUT FÜR SYSTEMATISCHE BOTANIK, TEAM SWISSBRYOPHYTES 2023: Moosflora der Schweiz. – http://www.swissbryophytes.ch/ [01.03.2023].

KOPERSKI, M. 1996: Bryologisch interessante Sekundärstandorte in Bremen. IV. Beitrag: Friedhöfe. – Florist. Rundbr. 30: 163–173.

LARA, F., GARILLETI, R., GOFFINET, B., DRAPER, I., MEDINA, R., VIGALONDO, B. & MAZIMPAKA, V. 2016: *Lewinskya*, a new genus to accommodate the phaneroporous and monoicous taxa of *Orthotrichum* (*Bryophyta*, *Orthotrichaceae*). – Cryptogamie, Bryologie 37: 361–382.

LIMPRICHT, G.1895: Die Laubmoose Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. – In: FISCHER, A., HAUCK, F., LIMPRICHT, G., LUERSSEN, C., MIGULA, W., REHM, H., RICHTER, P. & WINTER, G.: Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz, 2. Aufl., Bd. 4 – Leipzig.

LÜTH, M. 2023: Bildatlas der Moose Deutschlands. Laubmoose. – http://www.bildatlas-moose.de [01.03.2023].

MEDINA, R., LARA, F., GOFFINET, B., GARILLETI, R. & MAZIMPAKA, V. 2012: Integrative taxonomy successfully resolves the pseudo-cryptic complex of the disjunct epiphytic moss *Orthotrichum consimile* s. l. (*Orthotrichaceae*). – Taxon 61: 1180–1198.

MEINUNGER, L. & SCHRÖDER, W. 2007: Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands 3. – Regensburg.

MELICK, H. M. H. VAN, PLUIJM, A. VAN DER & KERSTEN, J. A. M. 2005: *Zygodon dentatus* (LIMPR.) KARTT. (Getand iepenmos) nieuw voor Nederland. – Buxbaumiella 71: 17–21.

NDFF & BLWG 2022: NDFF Verspreidingsatlas Mossen. – http://www.verspreidingsatlas.nl/mossen [28.07.2022].

PATZKE, E. 1992: Die Aktualität phänologischer Beobachtungen ein Jahrhundert nach Hermann Hoffmann. – Oberhessische Naturwiss. Zeitschr. 54: 41–68

PHILIPPI, G. 2001: *Zygodon* HOOK. & TAYLOR, Jochzahnmoos. – In: NEBEL, M. & PHILIPPI, G.: Die Moose Baden-Württembergs. Band 2. – Stuttgart.

PLÁŠEK, V., SAWICKI, J., OCHYRA, R., SZCZECIŃSKA, M. & KULIK, T. 2015: New taxonomical arrangement of the traditionally conceived genera *Orthotrichum* and *Ulota* (*Orthotrichaceae*, *Bryophyta*). – Acta Mus. Siles. Sci. Natur. 64: 169–174.

PLUIJM, A. VAN DER 2000: *Orthotrichum consimile* MITT. in the Biesbosch, new to The Netherlands. – Lindbergia 25: 25–27.

PLUIJM, A. VAN DER 2004: Species of *Orthotrichum* new to the Netherlands. – Lindbergia 29: 17–32.

PLUIJM, A. VAN DER, SIEBEL, H. & WALTJE, H. 2020: *Ulota calvescens* (kalend kroesmos) in Friesland, nieuw voor Nederland, met een nieuwe sleutel voor het geslacht *Ulota*. – Buxbaumiella 117: 23–30.

SAUER, M. 2001: *Ulota* D. MOHR, Krausblattmoos. – In: NEBEL, M. & PHILIPPI, G.: Die Moose Baden-Württembergs, Bd. 2. – Stuttgart.

SAWICKI, J., PLÁŠEK, V. & SZCZECIŃSKA, M. 2009: Preliminary studies on the phylogeny of the genus *Orthotrichum* inferred from nuclear ITS sequences. – Ann. Bot. Fennici 46: 507–515

SCHÄFER-VERWIMP, A. 2001: *Orthotrichum* HEDW., Goldhaarmoos. – In: NEBEL, M. & PHILIPPI, G.: Die Moose Baden-Württembergs, Bd. 2. – Stuttgart.

SCHMIDT, C. 2011: Rote Liste und Artenverzeichnis der Moose – *Anthocerotophyta*, *Bryophyta* et *Hepaticophyta* – in Nordrhein-Westfalen, 3. Fassung. – In: LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 4. Fassung, Bd. 1. – Recklinghausen.

SOTIAUX, A., STIEPERAERE, H. & SOTIAUX, O. 1998: *Orthotrichum consimile* MITT. in Belgium, an overlooked species in Europe? – J. Bryol. 20: 449–454.

Anschrift des Autors

Dr. F. Wolfgang Bomble
Seffenter Weg 37
D-52074 Aachen
E-Mail: Wolfgang.Bomble[at]botanik-bochum.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch des Bochumer Botanischen Vereins

Jahr/Year: 2024

Band/Volume: 15

Autor(en)/Author(s): Bomble Wolfgang Ferdinand

Artikel/Article: Orthotrichaceae (Bryophyta) in der Stadt Aachen und Umgebung Teil 1: Einführung und unkritische Arten 58-103