

Abhandlungen  
aus dem  
Westfälischen Museum  
für Naturkunde

87. Band · 2017

Artenvielfalt der Industrienatur  
– Flora, Fauna und Pilze auf  
Zollverein in Essen

Peter Keil & Esther Guderley (Hrsg.)

LWL-Museum für Naturkunde  
Westfälisches Landesmuseum mit Planetarium  
Landschaftsverband Westfalen-Lippe  
Münster 2017

Zitiervorschlag für den ganzen Band:

KEIL, P. & E. GUDERLEY (Hrsg.) (2017): Artenvielfalt der Industrienatur – Flora, Fauna und Pilze auf Zollverein in Essen. – Abh. aus dem Westf. Mus. für Naturkunde 87: 1-320.

Zitiervorschlag für Einzelbeiträge:

SCHULTE, A. (2017): Amphibien auf Zollverein. – In: KEIL, P. & E. GUDERLEY (Hrsg.) (2017): Artenvielfalt der Industrienatur – Flora, Fauna und Pilze auf Zollverein in Essen. – Abh. aus dem Westf. Mus. für Naturkunde 87: 207-222.

## Impressum

Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde

Herausgeber:

LWL-Museum für Naturkunde

Westfälisches Landesmuseum mit Planetarium

Sentruper Str. 285

48161 Münster

Tel.: 0251 / 591-05, Fax: 0251 / 591-6098

Druck: Druckhaus Tecklenborg, Steinfurt

Schriftleitung: Dr. Bernd Tenbergen

Umschlagfotos: Esther Guderley (Kreuzkröte, Bläuling, Fliegenpilz, Moos, Heideschnecke und Seite 315), Tobias Rautenberg (Ödlandschrecke), Sabine Senkel (Heidelibelle), Stefan Wenzel (Turmfalke), Wilfried van de Sand (Grünspecht), © Jochen Tack/Stiftung Zollverein (großes Umschlagfoto und Seiten 6, 316-320)

© 2017 Landschaftsverband Westfalen-Lippe

ISBN 978-3-940726-51-3

ISSN 0175-3495

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

## Moose auf Zollverein

Carsten Schmidt (Münster), Renate Fuchs (Mülheim an der Ruhr)  
& Anna Piasecka (Warschau)

### Zusammenfassung

Die vorliegende mooskundliche Untersuchung zählt zu den ganz wenigen Erfassungen des gesamten Moosarteninventars einer Industriebrache. Insgesamt konnten 89 Moosarten, 11 Leber- und 78 Laubmoosarten, auf dem Gelände der Zeche und Kokerei Zollverein nachgewiesen werden. Davon werden 8 Arten in der Roten Liste der in NRW gefährdeten Moosarten geführt, darunter das Laubmoos *Hylocomium brevirostre* und die Lebermoose *Leiocolea badensis* und *Lophozia excisa*. Die Moosflora von Zollverein wird hinsichtlich ihrer Standortansprüche und der wichtigsten Habitattypen charakterisiert. Die naturschutzfachliche Bedeutung von Industriebrachen als Ersatzlebensräume für Moosarten der historischen Kulturlandschaften wird aufgezeigt. Darüber hinaus gilt das Augenmerk den Veränderungen der Moosflora durch das Wegfallen des „Sauren Regens“, durch die allgemeine Eutrophierung der Landschaft durch Luftschadstoffe und durch den landesweit spürbaren Klimawandel, insbesondere im Vergleich mit dem Moosarteninventar anderer Industriebrachen des Ruhrgebietes.

### Summary

The presented bryophyte research is one of the rare investigations of all bryophyte species of an industrial brownfield site. A total of 89 species of bryophytes, 11 liverworts and 78 mooses were found on the area of the UNESCO World Heritage Zollverein, including 8 endangered species in North Rhine-Westphalia among them *Hylocomium brevirostre*, *Leiocolea badensis* and *Lophozia excisa*. The bryophytes of Zollverein and other industrial brownfield sites of the Ruhr area were analyzed according their preferred growth conditions and different habitat types. The significance for nature conservation of industrial brownfield sites as a replacement living space for bryophyte species of historical cultural landscapes is demonstrated. In addition, the study considers the changes in the bryophyte flora that arise due to the reduction of "acid rain", the general eutrophication of the landscape through air pollution and regional effects of the climate change in comparison with the bryophyte floras of other industrial brownfield sites of the Ruhr area.

# 1 Einleitung

Ausgedehnte Moosteppe in feuchten Wäldern, Mooren oder Tundrenlandschaften wecken in vielen Menschen positive Assoziationen. Ein Ärgernis stellen Moose dagegen für die meisten Zeitgenossen in ihrer direkten Umgebung dar, beispielsweise im heimischen Zierrasen oder auf Gehwegplatten. Aufgrund ihrer geringen Größe und ihres meist unscheinbaren Erscheinungsbildes haben die meisten Menschen nur eine sehr allgemeine Vorstellung von Moosen und übersehen wie groß ihre Artenzahl, wie vielfältig ihr Erscheinungsbild und ihre Wuchsbedingungen sind. So besiedeln Moose mit Ausnahme von stark salzwasserbeeinflussten Standorten fast alle denkbaren Habitate wie Felsen, Mauern, Gehölze, Totholz, Fließ- und Stillgewässer, Moore und Sümpfe, nackten Ackerboden oder sogar Kuhfladen. Selbst im städtischen Raum sind sie heutzutage allgegenwärtig und bewachsen hier zum Beispiel Hausdächer und Gehwege (ZECHMEISTER & TRIBSCH 2002).

Mooskundliche Studien von naturnahen Gebieten oder Teilbereichen der Kulturlandschaft gibt es relativ viele. Ballungsräume sind dagegen von Mooskundlern bisher nur in Einzelfällen (u. a. DÜLL 1986, SCHAEPE 1986), Industriebrachen so gut wie nie gründlich untersucht worden. Wie die Flechten, die diesbezüglich oft als Zeigerarten verwendet werden, reagieren auch die meisten Moose empfindlich auf Luftschadstoffe und insbesondere auf den „Sauren Regen“. Ballungsräume mit ihren vielfältigen Industriestandorten waren infolgedessen bis zu Beginn der 1980er Jahre im Hinblick auf die Moose „Wüsten“ und kein lohnendes Erkundungsziel für Bryologen.

Doch die Lebensbedingungen im Ruhrgebiet haben sich seither in mannigfacher Weise geändert. Mit dem Rückgang der Montanindustrie sowie des Bergbaus und dem Einsatz effizienter Filter zur Abgasreinigung ist die Belastung durch Luftschadstoffe seit den 1980er Jahren deutlich zurückgegangen. Dies führte u. a. zur Bestandserholung bzw. Rückkehr vieler epiphytischer Moose (STAPPER et al. 2000, FRAHM 2001). Auch zahlreiche der brachgefallenen ehemaligen Industriegelände sind längst von der Natur zurückerobert worden. Aufgrund vielfältiger Anpassungen an das Überleben unter schwierigen, kargen Lebensbedingungen, spielen Moose und Flechten als Pioniere bei der Besiedlung der anfangs sehr lebensfeindlichen Industriebrachen als Wegbereiter für die Gefäßpflanzen eine entscheidende Rolle. Sie fördern die Ansammlung von Feinsubstraten, welche vom Wind verdriftet sich in den Moos- und Flechtenpolstern ablagern.

Das Hauptanliegen dieser Untersuchung besteht in der Erfassung des aktuellen Arteninventars (Ist-Zustand) als Grundlage für die Dokumentation zukünftiger

Veränderungen. Darüber hinaus sollen die Befunde im Kontext der allgemein zu beobachtenden Veränderungen der heimischen Moosflora in den letzten Jahrzehnten, die zugrundeliegenden Umweltveränderungen beleuchten. Denn Moose (und Flechten) sind diesbezüglich besonders dankbare Untersuchungsobjekte, da viele (sehr) empfindlich und schnell auf Standortveränderungen reagieren und so als Umweltindikatoren wertvolle Hinweise liefern können.

## 2 Material und Methode

Erste Daten zur Moosflora auf dem Gelände der Zeche und Kokerei Zollverein wurden im Rahmen einer Untersuchung epiphytischer und epigäischer Moose und Flechten als Deskriptoren der Industriebrachen-Sukzession (KRICKE & STAPPER 2003), der Erstellung des „Zollverein-Herbar“ für die Dauerausstellung des Ruhr Museums (FUCHS & STOTTROP 2010) und einer Untersuchung der Industriegewässer im Ruhrgebiet (GAUSMANN 2012) erhoben. Die Mehrzahl an Fundangaben stammt jedoch von den eigens für die vorliegende Publikation durchgeführten 3 Kartierexkursionen im Jahr 2016.

Zu Vergleichszwecken wurde die Gesamtartenliste (Tab. 1) in separaten Spalten um die Artenlisten drei weiterer Mooserhebungen auf vergleichbaren Haldenflächen bzw. Industriebrachen im Ruhrgebiet ergänzt. Es handelt sich dabei um das ehemalige Erzbergwerk in Mülheim-Selbeck (KEIL et al. 2012), die Halde Hoppenbruch in Herten (KRICKE 2000; Kartierer: C. SCHMIDT & A. SOLGA) sowie den Landschaftspark Duisburg-Nord (s. SOLGA & SCHMIDT 2001; Kartierer: V. BUCHBENDER, G. LUDWIG, C. SCHMIDT, A. SOLGA & P. TAUTZ). Die Nomenklatur der Moosarten folgt SCHMIDT (2011).

Zur Charakterisierung der Standortansprüche der erfassten Moosarten wurden die betreffenden Zeigerwerte nach Ellenberg (DÜLL 2001) herangezogen.

## 3 Ergebnisse

Insgesamt konnten 89 Moosarten, darunter 11 Leber- und 78 Laubmoose, auf dem Gelände der Zeche und Kokerei Zollverein nachgewiesen werden. Das entspricht 12,8 % der 694 in Nordrhein-Westfalen vorkommenden und 20,3 % der 438 für die Westfälische Bucht aktuell bekannten Arten. Davon werden 8 Arten in der Roten Liste der in NRW gefährdeten Moosarten geführt, 3 Arten, deren Verbreitung und Gefährdung aufgrund mangelnder Daten ungenügend bekannt ist, entfallen auf die Kategorie „D“ (SCHMIDT 2011). Zwei der nachgewiesenen Arten, *Lunularia cruciata* und *Campylopus introflexus*, zählen zu den Neophyten.

### 3.1 Standortansprüche

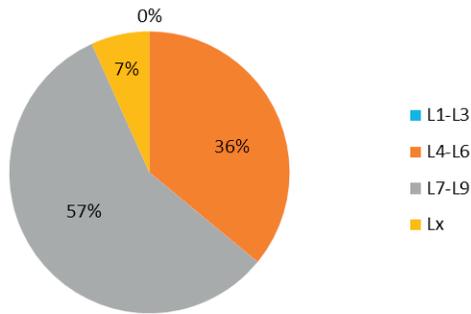
Das Gelände der Zeche und Kokerei Zollverein bietet eine breite Palette unterschiedlicher Habitate und Substrate zur Besiedlung durch Moose, beispielsweise unterschiedlich alte Industriegewässer, Rasenflächen, Gleisschotter, offene Bodenbereiche, Mauern und auch temporäre Tümpel. Dementsprechend vielfältig sind auch die Standortansprüche der vorgefundenen Moose, wie die Betrachtung einiger wichtiger ökologischer Parameter anhand der Zeigerwerte nach Ellenberg (DÜLL 2001) verdeutlicht (s. Abb. 1-3).

So reichen die Reaktionszahlen der erfassten Moosarten von R2 (Übergang von Starksäure- zu Säurezeigern) bis R9 (Basen- und Kalkzeiger), die Feuchtezahlen von F1 (Starktrockniszeiger) bis zu F9 (Zeiger permanent nasser Standorte) und die Lichtzahlen von L2 (Übergang von Tiefschatten- zu Schattenpflanzen) bis zu L9 (Volllichtpflanzen). Im Einzelnen ergibt sich folgendes Bild:

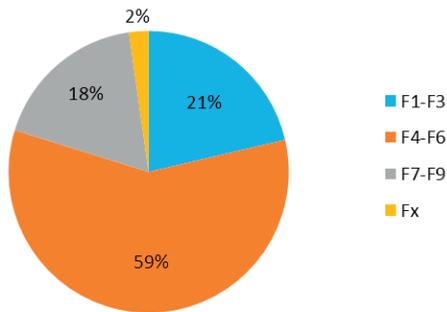
Bezüglich ihrer **Lichtzahlen** (s. Abb. 1) zählen die meisten der erfassten Moosarten zu den Halblicht- bis Volllichtpflanzen (L7-9, 57 %), gefolgt von denen mit Zeigerwerten von L4-L6 (36 %) für deutlich lichtschwächere Standorte. Nur 7 % der Arten verhält sich bezüglich der Lichtverhältnisse am Standort indifferent (Lx), Tiefschatten- und Schattenpflanzen (L1-L3) wurden nicht nachgewiesen. Bei den Ansprüchen an den Basengehalt (s. Abb. 2) zeigt sich, dass ein hoher Anteil der registrierten Moosarten zu den Schwachbasen- bis Basen- und Kalkzeigern (R7-R9, 35 %) gehört. Die meisten Arten entfallen jedoch mit **Reaktionszahlen** von R4-R6 (51 %) auf den mittleren Bereich. Indifferente Arten (4 %) und die Starksäure- bis Säurezeiger (R1-R3, 10 %) sind dagegen nur schwach vertreten. Bei den **Feuchtezahlen** (s. Abb. 3) zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den Reaktionszahlen. Moosarten mit mittleren Feuchtigkeitsansprüchen (F4-F6, 59 %) nehmen den größten Anteil ein, die Werte für die Feuchte- bis Nässezeiger (F7-F9, 18 %) und die Starktrocknis- bis Trockniszeiger (F1-F3, 21 %) liegen nah beieinander. Bezüglich der **Nährstoffansprüche** liegen für die Moose von DÜLL (2001) keine Zeigerwerte vor. Nach den ökologischen Angaben von NEBEL & PHILIPPI (2001-2005) gelten jedoch 14 (12,5 %) der nachgewiesenen Moosarten als Nährstoffzeiger.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass die meisten Moosarten auf Zollverein hinsichtlich der besprochenen Standortfaktoren keine speziellen Ansprüche an den Standort stellen, wie es für Ubiquisten typisch ist. Die Bandbreite aller ermittelten Zeigerwerte verdeutlicht aber auch, dass das Gelände durchaus einer ganzen Reihe von stärker spezialisierten Arten Lebensmöglichkeiten bietet.

### Lichtzahl



### Feuchtezahl



### Reaktionszahl

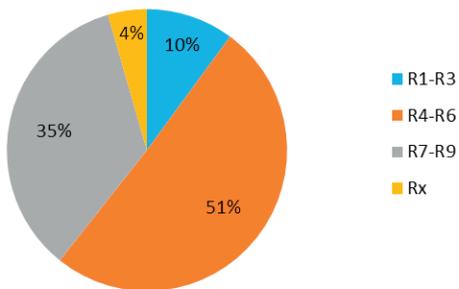


Abb. 1-3: Verteilung der Lichtzahlen, Reaktionszahlen und Feuchtezahlen nach Ellenberg (DÜLL 2001) des Gesamtartenspektrums der Moose auf Zollverein.

### 3.2 Verschiedene Habitattypen und ihre Moosflora

Nachfolgend sollen die wichtigsten Habitattypen auf dem Gelände der Kokerei und Zeche Zollverein hinsichtlich ihrer Moosflora charakterisiert werden.

#### **Pionierstandorte im offenen Haldenbereich des Skulpturenwaldes**

Die jüngsten Sukzessionsstandorte (Pionierstandorte) der Kokerei und Zeche Zollverein sind großflächig im offenen Haldenbereich des Skulpturenwaldes mit kohlschlammreichem Bergematerial (*Centaurium pulchellum*-Standort) und am *Hottonia palustris*-Teich der Halde Skulpturenwald zu finden. Das erstgenannte, sehr wechselfeuchte und sich aufgrund des schwarzen Bergematerials z. T. stark aufheizende Haldenareal wird überwiegend von Pionieren unter den Moosen wie *Aneura pinguis*, *Bryum argenteum*, *B. caespiticum*, *B. creberrimum*, *B. dichotomum*, *Ceratodon purpureus*, *Dicranella varia*, *Didymodon fallax*, *D. tophaceus*, *Funaria hygrometrica* und *Physcomitrium pyriforme* besiedelt. Mit Abstand die höchsten Deckungen erreicht von diesen *Ceratodon purpureus*. Typisch für die längere Zeit des Jahres feucht-nassen Haldenbereiche, die vor allem in Gestalt sehr flacher Senken ausgebildet sind, ist das Auftreten vom Spiessmoos, *Calliergonella cuspidata* sowie einiger der oben angeführten Pioniermoose, die hohe Ansprüche an die Bodenfeuchtigkeit stellen, und zwar *A. pinguis* (F8), *D. tophaceus* und *P. pyriforme* (beide F7). Ferner lässt sich beobachten, dass auch die Bestände der basiphilen Pioniermoose der obigen Auflistung, *D. varia* (R8) sowie *A. pinguis*, *D. fallax* und *D. tophaceus* (alle R7) auf diese feucht-nassen Bereiche beschränkt bleiben. Als bemerkenswerte Moosart der Stillgewässer wuchs *Riccia fluitans* (Abb. 4) 2008 zusammen mit dem Kleinen Tausendgüldenkraut (*Centaurium pulchellum*) im Randbereich der temporären Tümpel.

Eine geringere Artenvielfalt bei den Moosen bietet dagegen der Pionierstandort beim *Hottonia palustris*-Teich der Halde Skulpturenwald, und zwar infolge des hier vorherrschenden recht trockenen, einheitlich bodensauren und nährstoffarmen Bergematerials. Es sind dann auch vor allem die Pionierarten feuchter und/oder basenreicher Böden des vorherigen Standorts, die hier weitgehend fehlen. Charakteristisch ist den Standortbedingungen entsprechend wiederum *Ceratodon purpureus*, das hier reichlich gedeiht, sowie ferner das Vorkommen einer Reihe lichtliebender azidophytischer Bodenmoose wie *Atrichum undulatum*, *Brachythecium albicans*, *Campylopus introflexus*, *Polytrichum juniperium*, *P. piliferum* und *Rhytidiadelphus squarrosus*. Sie alle erreichen ihre optimale Entfaltung bei etwas weiter fortgeschrittener Vegetationsentwicklung. An allgemein häufigen und ökologisch indifferenten Arten seien noch *Brachythecium rutabulum*, *Hypnum cupressiforme* und *Scleropodium purum* erwähnt.

Einen Sonderfall unter den Pionierstandorten der Halde Skulpturenwald stellt der tropfnasse, schattige Bereich unter dem Fußgängerübergang zur Kokerei Zollverein dar. Nur hier wurden *Lunularia cruciata*, eine der sehr wenigen neophytischen Moosarten in NRW, *Pellia endiviifolia* und *Leptobryum pyriforme* gefunden.



Abb. 4: *Riccia fluitans* auf dem offenen Haldenstandort des Skulpturenwaldes (Foto: Renate Fuchs 2008)

#### **Offener Gleisbereich mit Kalkschotter und basischer Schlacke**

Weitere Pionierstandorte finden sich an offenen Gleisstandorten beispielsweise im Bereich der Kohlenwäsche oder nördlich des Kokerei-Geländes. Als typische Besiedler dieser feinsubstratarmen Standorte mit Kalkschotter und basischer Schlacke können *Barbula convoluta*, *B. unguiculata* und die ursprünglich offene Kalkfelshabitate, heute aber ganz überwiegend städtische Ruderalflächen besiedelnde Art *Pseudocrossidium hornschuchianum* gelten. Ansonsten zeigen sich naturgemäß vielfache Überschneidungen im Moosarteninventar zu den angrenzenden Flächen mit den gleichen Bodensubstraten, auf denen die Vegetationsentwicklung jedoch bereits etwas weiter fortgeschritten ist.

#### **Offene Bodenfläche und Böschung mit Bauschutt**

Zahlreiche basenreiche Pionierstandorte sind in den letzten Jahren im Bereich der ehemaligen Kokerei Zollverein dort entstanden, wo nach der Sanierung der

mit Kokereirückständen belasteten Böden großflächig bauschuttreiches Erdmaterial aufgetragen wurde. Charakteristisch für diese Flächen ist eine Vielzahl akrokerper, zumeist neutro- bis basiphytischer, oft sehr kleinwüchsiger Pioniermoose, während ausdauernde pleurokarpe Moose beinahe vollständig fehlen. Neben Arten, die regelmäßig Sporophyten bilden (*Barbula unguiculata*, *Phascum cuspidatum*, *Pottia truncata*), treten solche auf, die dies nie oder nur gelegentlich tun, sich aber mit unterirdisch gebildeten Rhizoidgemmen (*Dicranella howei*, *D. schreberiana*, *D. staphylina*) oder in den Blattachseln entstehenden Gemmen vegetativ vermehren und verbreiten (*Bryum barnesii*, *B. dichotomum*). Sie alle können sich schnell auf gestörten, offenen Bodenbereichen etablieren, wie sie zum Beispiel auf Äckern, in Viehweiden, an Weg- und Straßenrändern, auf Ruderalflächen oder an Gewässerufeln existieren.

### **Wechselfeuchte Industriegwaldlichtung im nördlichen Teil der Halde Skulpturenwald**

Die von Industriegwald umgebene und von üppigen *Calamagrostis epigejos*- und *Solidago gigantea*-Beständen geprägte, wechselfeuchte Lichtung, wird regelmäßig zur Pflege gemäht. Pyritverwitterung des dort abgelagerten Bergematerials sorgt für lokal bodensaure Standortbedingungen der Haldenfläche. Bemerkenswert für dieses Areal ist ein auf engstem Raum ausgebildetes Vegetationsmosaik von nährstoffarme, eher trockene und lichte Standorte kennzeichnende Moosarten (und Flechten) wie *Ceratodon purpureus*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum piliferum*, *Rhytidiadelphus squarrosus*) neben üppigen Beständen von *Calliergonella cuspidata*, das typisch für feuchte nährstoffreiche Standorte ist. Intermediäre Feuchtigkeits- und Nährstoffverhältnisse zeigt schließlich das Auftreten von *Scleropodium purum* an. Als Besonderheit fand sich am Rand einer kleinen Bodensenke in Gesellschaft von *Thuidium tamariscinum*, die für in NRW stark gefährdete bzw. in der Westfälischen Bucht und dem Westfälischen Tiefland als „vom Aussterben bedroht“ eingestufte Art *Hylocomium brevirostre*.

### **Junger, lichter Industriegwald**

Weiter in der Sukzession fortgeschritten sind einzelne junge, noch lichte Industriegwälder auf Kalkschotter und basischer Schlacke, wie z. B. im Gleisbereich nördlich des Kokerei-Geländes. Dieses Pionierwäldchen stellt einen der bryophytenreichsten Standorte dieser Untersuchung dar. Zudem gedeiht dort eine ganze Reihe bemerkenswerter Bodenmoose. Dem vorherrschenden Substrat entsprechend finden sich darunter nicht wenige, die für kalk- oder zumindest basenreiche Boden- und Gesteinsstandorte charakteristisch sind, wie z. B. *Leiocolea badensis*, *Lophozia excisa*, *Aloina ambigua*, *Brachythecium mildeanum*, *Bryoerythrophyllum recurvirostrum*, *Campylium calcareum*, *Encalypta streptocarpa* und *Fissidens adianthoides*. Während einige dieser Arten bevorzugt lichte und offene Bodenstellen als Pioniere besiedeln (*L. badensis*, *L. excisa*), etablieren sich

die anderen eher im Verlauf einer weiter vorangeschrittenen Sukzession. Interessant ist, dass manche der genannten Arten höhere Ansprüche an die Substratfeuchtigkeit stellen (*L. badensis*, *B. mildeanum*, *F. adianthoides*), die in dem Wäldchen offenbar zumindest zeitweise realisiert sind (wechselfeuchter Standort). So besiedeln diese drei Arten in der Westfälischen Bucht beispielsweise des Öfteren feuchte Sohlenbereiche aufgelassener Kalksteinbrüche.

Ebenfalls recht junge und oft lichte Pionierwäldchen wachsen im Umfeld des Färbergartens Zollverein; hier allerdings sind die Boden- und Gesteinssubstrate zumindest leicht sauer, was sich in einer deutlich abweichenden Artengarnitur zeigt. Vor allem Arten, die typischerweise trockene, arme Sandflächen besiedeln, sind hier von Bedeutung. Erwähnt seien in diesem Kontext die ausgedehnten Rasen von *Brachythecium albicans* und mehrere Kolonien von *Campylopus introflexus* sowie als Seltenheiten *Rhynchostegium megapolitanum* und *Syntrichia ruraliformis*. Nur hier registriert wurde schließlich das auffällige Bäumchenmoos *Climacium dendroides*, was auf wechselfeuchte Standortbedingungen schließen lässt.

### **Älterer Industriewald über Bergematerial**

Die ältesten Sukzessionsstadien der Zeche und Kokerei Zollverein stellen die alten Industriewälder in der Umgebung des offenen Haldenbereichs im Skulpturenwald, im Bereich der Halde Skulpturenwald und der vorwiegend mit Robinien im Zerfallsstadium bestockten Halde Bullmannau dar. Ausgangsmaterial der Bodenbildungsprozesse ist hier pyrithaltiges Bergematerial, das durch Verwitterung für zum Teil extrem saure Standortverhältnisse sorgt. Auch die Wälder in der Umgebung des offenen Haldenareals im Skulpturenwald gedeihen auf Bergematerial, das Ausgangssubstrat weist hier jedoch einen hohen Kohleanteil auf. Aufgrund der weiter fortgeschrittenen Bodenbildungsprozesse findet sich in diesen älteren Industriewaldbeständen bereits eine ganze Reihe typischer Wald(boden)moosarten, wie beispielsweise *Lophocolea heterophylla*, *Atrichum undulatum*, *Brachythecium salebrosum*, *B. velutinum*, *Dicranella heteromalla*, *Eurhynchium praelongum*, *E. striatum*, *Mnium hornum*, *Plagiothecium laetum* und *Polytrichum formosum*. Die beiden etwas basenreichere Bedingungen anzeigenden Erdmoose *Fissidens bryoides* und *F. taxifolius* wurden bislang nur im alten Industriewald im Randbereich der offenen Halde im Skulpturenwald gefunden. Ergänzt wird das Artenspektrum durch einige Ubiquisten wie *Brachythecium rutabulum*, *Ceratodon purpureus* und *Hypnum cupressiforme*, die außer in den Wäldern auch an vielen offeneren Wuchsorten des Geländes zu finden sind.

### **Mauerstandorte**

Typisch für alte Industriebrachen sind neben den mannigfachen Gebäuderelikten selbst oft zahlreiche die einzelnen Anlagenkomplexe von den Wegen, Straßen

und Plätzen abgrenzende Mauern. Auf Zollverein zählen zu den charakteristischen Besiedlern der vielen Ziegelsteinmauern und Betoneinfassungen vornehmlich *Bryum capillare*, *Didymodon rigidulus*, *Grimmia pulvinata*, *Schistidium crassipilum* und *Tortula muralis*, nur selten wurde *Orthotrichum anomalum*, angetroffen. Ferner gedeihen auch einige Ubiquisten wie *Amblystegium serpens*, *Brachythecium rutabulum* und *Hypnum cupressiforme* auf älterem Gemäuer.

### **Borkenstandorte**

Zahlreiche Bäume unterschiedlichen Alters wachsen auf dem Zollverein-Gelände nicht nur in den Industriebäulern, sondern auch einzeln als Allee- oder Straßbaum gepflanzt. Viele davon zeigen (noch) keinen epiphytischen Moosbewuchs oder dieser wird nur von *Hypnum cupressiforme* gebildet und bleibt oftmals auf den Stammfuß beschränkt, obwohl der Artenreichtum an Gehölzen besonders hoch und die ältesten Bäume vielleicht schon so alt sind wie die Werksanlage selbst (s. FUCHS & KEIL 2017, im vorliegenden Band). Auch dort, wo die Bedingungen für die Etablierung von Epiphyten günstiger sind, sind ihre Bestände in der Regel nur dürrtig bis mäßig gut entwickelt. Sieht man einmal von pleurokarpn Arten wie dem ubiquitären *H. cupressiforme* ab, dann ist *Orthotrichum affine* auf dem Gelände die häufigste epiphytische Moosart, gefolgt von *O. diaphanum*. Die an manchen Stellen des Ruhrgebiets bereits üppig vorkommenden neutro- bis basiphytischen Epiphyten *Metzgeria furcata*, *Radula complanata*, *Syntrichia papillosa*, *Ulota bruchii* und *U. crista* sind auf dem Gelände auffallend selten und wurden hier jeweils nur wenige Male angetroffen. Nur je einmal sind schließlich *Cryphaea heteromalla*, *Homalothecium sericeum*, *Orthotrichum striatum*, *O. tenellum* registriert worden. *C. heteromalla* und *O. tenellum* auf einem älteren Ahorn am Rand des Kokerei-Geländes, die beiden anderen Arten im jungen lichten Pionierwald nördlich davon. Mit *Grimmia pulvinata* und *Orthotrichum anomalum* fanden sich auch zwei Arten unter den Epiphyten, die normalerweise basenreiche Gesteinsstandorte besiedeln, *Grimmia pulvinata* sogar auffallend oft.

### **Teiche und Tümpel**

Im Gegensatz zu sehr flachen temporären Tümpeln beispielsweise auf dem offenen Haldenbereich im Skulpturenwald (s. unter Pionierstandorte) führt der *Hottonia palustris*-Teich ganzjährig Wasser. Die Moosbesiedlung ist hier allerdings äußerst artenarm und besteht vor allem aus ausgedehnten Teppichen von *Drepanocladus aduncus*. Im Klärbecken des offenen Haldenbereichs im Skulpturenwald, in dem die meiste Zeit des Jahres Wasser steht, wuchs zusammen mit dem Gewöhnlichen Wasserhahnenfuß, wie auf dem offenen Haldenbereich selbst, die Stillgewässerart *Riccia fluitans* (Abb. 4).

### 3.3 Bemerkenswerte Moosnachweise

#### ***Leiocolea badensis***

Das zierliche und unauffällige Lebermoos hat sich unmittelbar nördlich vom Kokerei-Gelände am Rand eines Fußweges sowie im angrenzenden Pionierwäldchen an einer ganzen Reihe von Stellen etabliert (Abb. 5). Die Gesamtgröße des Bestandes liegt allerdings nur bei höchstens einem Quadratmeter. Die Pflanzen besiedeln im Grasstreifen am Fußwegrand zeitweise feuchte, lückige, zumeist lichte Bodenpartien, im Pionierwäldchen, wo sie größere, teilweise auch fruchtende Reinbestände bilden, halblichte, sehr flache Senken mit Gesteinsgrus. Beide Mikrohabitate zeichnen sich durch basenreiches Bodensubstrat aus.

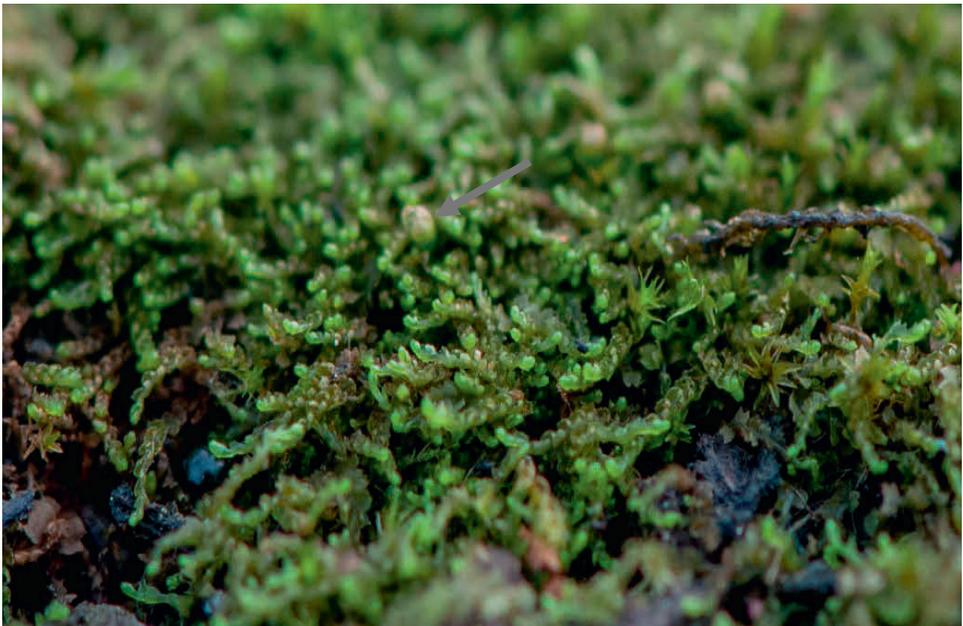


Abb. 5: Geflecht der zierlichen Sprosse des Lebermooses *Leiocolea badensis*, das den Boden dicht überzieht. Der rote Pfeil zeigt auf ein Perianth, einer blasenförmigen Bildung aus mehreren verwachsenen Blättchen, die bei vielen Lebermoosen den sehr jungen, sich entwickelnden Sporophyten schützen (Foto: Anna Piasecka 2016).

Die Art ist im Gegensatz zu der nahverwandten und nicht immer leicht davon zu unterscheidenden *Leiocolea alpestris*, die überwiegend natürliche Kalkfelshabitate bewohnt, interessanterweise landesweit nur von Sekundärstandorten bekannt, wobei es sich in erster Linie um Kalksteinbrüche, Tongruben und Anschnitte von Kalkfelsen an Verkehrswegen handelt. Vereinzelt wurden auch

schon Vorkommen auf geschotterten Forstwegen beobachtet. In Nordrhein-Westfalen ist *L. badensis* in den meisten Kalkregionen der Mittelgebirge zerstreut dokumentiert, im Tiefland tritt die Art dagegen nur sehr lokal auf. In der Westfälischen Bucht ist sie in neuerer Zeit nur in den Beckumer Bergen sowie der Umgebung von Paderborn bekannt geworden (s. SCHMIDT 2004, Rasterkarte 4).

### ***Lophozia excisa***

Dieses habituell an kleine Salatköpfe erinnernde Lebermoos wächst ebenso wie *Leiocolea badensis* nördlich des Kokerei-Gebäudekomplexes in einem Pionierwäldchen auf basenreicherem Schotter und grusigem Boden eines ehemaligen Gleisterrains. Die Ansiedlungen der Art verteilen sich hier über eine Fläche von wenigen Quadratmetern, wobei sich öfters mehr oder weniger reine Rasen finden, die im Herbst 2016 auch hier und da fruchteten (Abb. 7).

Die Hauptverbreitung der Art entfällt landesweit auf das Süderbergland und die Eifel (Abb. 6). In den Tieflagen von Nordrhein-Westfalen gehörte *L. excisa* schon immer zu den seltenen Moosarten, in der Westfälischen Bucht galt sie sogar seit längerem als verschollen (SCHMIDT 2011). Der zuvor letzte Nachweis erfolgte dort 1964 im Emstal bei Warendorf (KOPPE 1965). Drei aktuelle Funde am linken Niederrhein (SCHMIDT 2011, Anmerkung 52) deuteten allerdings bereits darauf hin, dass auch in der Westfälischen Bucht mit weiteren aktuellen Vorkommen zu rechnen sein könnte.

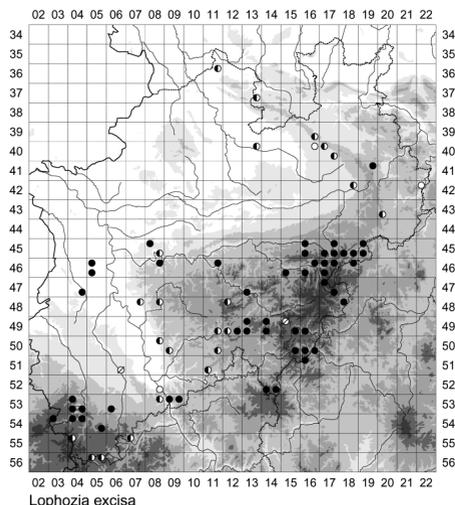


Abb. 6: TK25-Rasterkarte der Verbreitung von *Lophozia excisa* in NRW. ○ = Nachweis vor 1900, halbvoller Kreis = Nachweis 1900-1989, voller Kreis = Nachweis 1990 und jünger, Nachweis Zollverein (TK 4508/1).



Abb. 7: *Lophozia excisa* mit zwei jungen Sporophyten mit glänzend schwarzen, noch nicht geöffneten Kapseln und einem älteren geöffneten Sporophyten mit den für Lebermoose kennzeichnenden vier Kapselklappen (Foto: Anna Piasecka 2016).

### ***Hylocomium brevirostre***

Von dem gewöhnlich sehr kräftigen und auffälligen Laubmoos wurden am Rand einer kleinen Vertiefung auf der feuchten Industriewaldlichtung der alten Bergehalde Skulpturenwald mit *Calamagrostis epigejos* und *Solidago gigantea* nur wenige und zudem ausgesprochen kümmerlich entwickelte Sprosse entdeckt.

Die Art trat bis in die 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts infolge ihrer Empfindlichkeit gegenüber den Auswirkungen des „Sauren Regen“ nur noch sehr lokal im Süder- und Weserbergland sowie der Eifel auf, wo ihr Vorkommen weitgehend auf luftfeuchte Hangschuttwälder und Blockhalden beschränkt blieb. Im Süderbergland konzentrierten sich die Nachweise zunächst in auffälliger Weise auf einige Massenkalkregionen (SCHMIDT 2004), wo die Art auch noch vereinzelt fruchtend anzutreffen war.

In den letzten drei Jahrzehnten befindet sich *H. brevirostre* nun landesweit in deutlicher Ausbreitung, wobei sich zudem das Spektrum der besiedelten Stand-

orte erheblich ausgeweitet hat (es etablieren sich jetzt sogar epiphytische Vorkommen!). Dies gilt insbesondere für die Mittelgebirgslagen, daneben werden aber mittlerweile auch schon vereinzelte Ansiedlungen in den Tieflagen beobachtet (s. Abb. 8). In der Westfälischen Bucht stellt die hier mitgeteilte Beobachtung der Art auf dem Gelände der Zeche Zollverein erst den dritten aktuellen Nachweis dar, nachdem sie lange Zeit als verschollen galt. Die beiden anderen Funde in neuerer Zeit werden von SCHMIDT (2011, Anmerkung 236) mitgeteilt. Er registrierte *H. brevirostre* 2006 bei Münster in der Davert und 2008 im Haarstrang im Tal der Westerschledde. Das sehr spärliche Vorkommen in der Davert siedelte auf einem reich bemoosten, umgestürzten Baumstamm in einem sumpfigen Waldareal. Insofern dürfte es sich dabei kaum um eine dauerhafte Ansiedlung gehandelt haben. Das Phänomen der vorübergehenden Etablierung auf liegenden Baumstämmen in sumpfigen Wäldern (die den Moospflanzen einige Zeit lang ähnliche Standortbedingungen bieten dürften wie luftfeuchte Hangschuttwälder in den Mittelgebirgen) ist in jüngster Zeit im Münsterland interessanterweise des Öfteren auch von *Hylocomium splendens* und *Rhytidia-delphus triquetrus* dokumentiert worden, was als Indiz für die erfolgreiche Sporenfernverbreitung dieser Arten gewertet werden kann. Denn einerseits erscheint eine Kolonisierung der isoliert gelegenen Habitate auf vegetativem Wege nicht plausibel, andererseits existieren die nächstgelegenen Vorkommen der genannten Arten, die Sporophyten bilden, erst in größerer Entfernung. Diese Überlegung trifft in gleicher Weise auf das neu entdeckte Vorkommen auf dem Gelände der Zeche Zollverein zu.

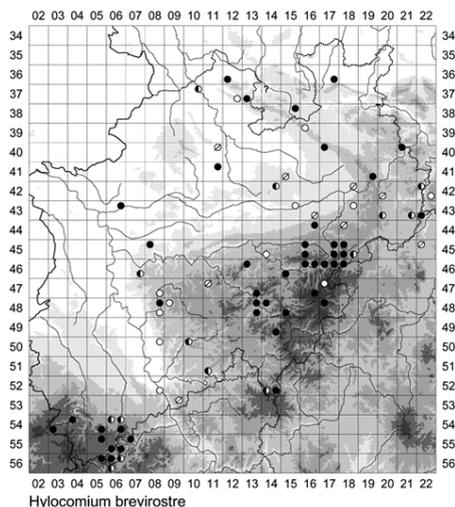


Abb. 8: TK25-Rasterkarte der Verbreitung von *Hylocomium brevirostre* in NRW. ○ = Nachweis vor 1900, halbvoller Kreis = Nachweis 1900-1989, voller Kreis = Nachweis 1990 und jünger, Nachweis Zollverein (TK 4508/1).

### ***Rhynchostegium megapolitanum***

Von der Art fanden sich lediglich wenige sterile Sprosse, die als Beimischung im Sammlungsmaterial von *Syntrichia ruraliformis* auftraten. Der Beleg stammt von einer nur recht dürtig von Höheren Pflanzen bewachsenen Brachfläche im ehemaligen Gleisareal nordwestlich des Färbergartens Zollverein, auf der einzelne größere Birken stehen. Der Boden ist recht hager, was sich u. a. im reichlichen Auftreten von *Brachythecium albicans* und *Ceratodon purpureus* zeigt. Ein Vorkommen der Art auf Zollverein war im Vorfeld vermutet worden, da die Art im Bereich des Landschaftsparks Duisburg-Nord, der vielfach eine ganz ähnliche Habitatausstattung zeigt, bekannt ist (SOLGA & SCHMIDT 2001).

In Nordrhein-Westfalen ist das unauffällige Moos, es wird leicht für das sehr häufige *B. rutabulum* gehalten, bislang nur selten und an weit verstreuten Lokalitäten nachgewiesen worden (s. Abb. 9). Obwohl *R. megapolitanum* gewiss noch merklich unterkartiert ist, lässt sich schon jetzt erkennen, dass die Art den höheren Mittelgebirgslagen fehlt. Die besiedelten Standorte sind allgemein mager, längere Zeit des Jahres trocken und (halb)licht, die Vegetation ist dementsprechend eher schütter entwickelt. Es werden sandige oder grusige Bodensubstrate bevorzugt, wobei öfters auch kleinere Steine bewachsen werden. Typische Habitate der Art sind hierzulande Sandmagerrasen sowie magere Brach- und Ruderalflächen, wie sie sich z. B. mancherorts an stillgelegten Bahngleisen entwickeln. Eine Besonderheit bieten einige Vorkommen im nordwestlichen Teutoburger Wald und im Osnabrücker Hügelland, wo *R. megapolitanum* auf den erdbedeckten Kronen alter Sandsteinmauern gedeiht.

Angesichts der beschriebenen Standortansprüche der Art ist davon auszugehen, dass sie im Ruhrgebiet vor allem auf ärmeren Gleisbrachen bei gezielter Suche sicher noch öfter zu finden sein wird.

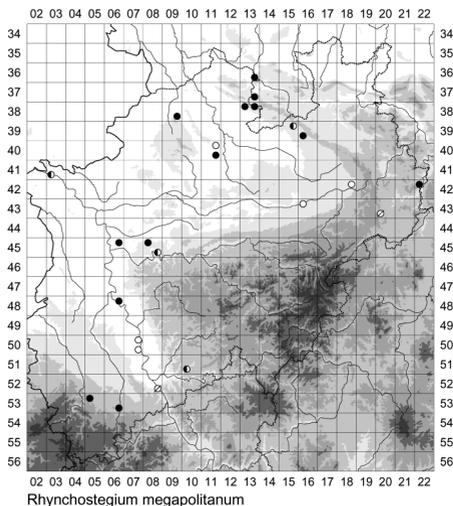


Abb. 9: TK25-Rasterkarte der Verbreitung von *Rhynchostegium megapolitanum* in NRW. ○ = Nachweis vor 1900, halbvoller Kreis = Nachweis 1900-1989, voller Kreis = Nachweis 1990 und jünger, Nachweis Zollverein (TK 4508/1).

Tab. 1: Gesamtartenliste der auf dem Gelände der Zeche und Kokerei Zollverein nachgewiesenen Moosarten inklusive ihres Rote Liste-Status nach SCHMIDT (2011) für Nordrhein-Westfalen [RL NRW] und für die Westfälische Bucht/das Westfälische Tiefland [RL WB-WT] (0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, \* = ungefährdet, D = Daten unzureichend) im Vergleich zu den Gesamtartenlisten der zum Vergleich herangezogenen Industriebrachen. - = keine Angabe zum RL-Status, f = fruchtende Pflanzen.

Wissenschaftlicher Name Deutscher Name	Zeche und Kokerei Zollverein Essen 2016	Ehem. Erzbergwerk Selbeck Mülheim 2011	Landschaftspark/Sinter- anlage Duisburg 2001	Halde Hoppenbruch Herten 2000	RL NRW	RLWB-WT
<b>LEBERMOOSE</b>						
<i>Aneura pinguis</i> Fettglänzendes Ohnnermoos	x		x		*	*
<i>Cephaloziella spec.</i> Kleinkopfsprossmoos	x				*	*
<i>Leiocolea badensis</i> f Badisches Glattkelchmoos	x				3	2
<i>Lophocolea heterophylla</i> Verschiedenblättriges Kammkelchmoos	x	x	x	x	*	*
<i>Lophozia excisa</i> f Ausgeschnittenes Spitzmoos	x				3	0
<i>Lunularia cruciata</i> Mondbechermoos	x				*	*
<i>Marchantia polymorpha</i> Gewöhnliches Brunnenlebermoos	x		x		*	*
<i>Metzgeria furcata</i> Gabeliges Igelhaubenmoos	x	x	x		*	*
<i>Pellia endiviifolia</i> Endivienblättriges Beckenmoos	x				*	*
<i>Radula complanata</i> Flachblättriges Kratzmoos	x	x			*	*
<i>Riccia fluitans</i> Untergetauchtes Sternlebermoos	x				3	*
<b>LAUBMOOSE</b>						
<i>Aloina ambigua</i> f Zweifelhaftes Aloemoos	x	x	x	x	3	3

Wissenschaftlicher Name Deutscher Name	Zeche und Kokerei Zollverein Essen 2016	Ehem. Erzbergwerk Selbeck Müllheim 2011	Landschaftspark/Sinter- anlage Duisburg 2001	Halde Hoppenbruch Herten 2000	RL NRW	RLWB-WT
<i>Amblystegium serpens</i> f auch in der var. <i>juratzkanum</i> f Kriechendes Stumpfdeckelmoos	X	X	X	X	*	*
<i>Atrichum undulatum</i> Wellenblättriges Katharinenmoos	X	X	X	X	*	*
<i>Aulacomnium androgynum</i> Zwittriges Streifensternmoos	X			X	*	*
<i>Barbula convoluta</i> f Rollblatt-Bärtchenmoos	X	X	X	X	*	*
<i>Barbula unguiculata</i> Gekrümmtblättriges Bärtchenmoos	X	X	X	X	*	*
<i>Brachythecium albicans</i> Weißes Kurzbüchsenmoos	X	X	X	X	*	*
<i>Brachythecium mildeanum</i> Mildes Kurzbüchsenmoos	X				3	3
<i>Brachythecium rutabulum</i> f Krücken-Kurzbüchsenmoos	X	X	X	X	*	*
<i>Brachythecium salebrosum</i> f Glattstieliges Kurzbüchsenmoos	X	X	X		*	*
<i>Brachythecium velutinum</i> Samt-Kurzbüchsenmoos	X	X	X		*	*
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i> f Krummschnäbeliges Rotblattmoos	X		X	X	*	*
<i>Bryum argenteum</i> Silber-Birnmoos	X	X	X	X	*	*
<i>Bryum caespiticium</i> f Echtes Rasen-Birnmoos	X	X	X		*	*
<i>Bryum capillare</i> Behaartes Birnmoos	X	X	X		*	*
<i>Bryum creberrimum</i> f Dichtes Birnmoos	X			X	D	D
<i>Bryum dichotomum</i> Zweifarbigenes Birnmoos	X		X		*	*
<i>Calliergonella cuspidata</i> Spießmoos	X	X	X	X	*	*

<b>Wissenschaftlicher Name Deutscher Name</b>	<b>Zeche und Kokerei Zollverein Essen 2016</b>	<b>Ehem. Erzbergwerk Selbeck Mülheim 2011</b>	<b>Landschaftspark/Sinter- anlage Duisburg 2001</b>	<b>Halde Hoppenbruch Herten 2000</b>	<b>RL NRW</b>	<b>RLWB-WT</b>
<i>Campylium calcareum</i> Kalk-Goldschlammoos	X				*	3
<i>Campylopus introflexus</i> Langhaariges Krummstielmoos	X	X	X	X	*	*
<i>Ceratodon purpureus</i> f Purpurstieliges Hornzahnmoos	X	X	X	X	*	*
<i>Climacium dendroides</i> Bäumchenartiges Leitermoos	X	X		X	*	*
<i>Cryphaea heteromalla</i> f Einseitswändiges Versteckfruchtmoos	X				*	*
<i>Dicranella heteromalla</i> f Einseitswändiges Kleingabelzahnmoos	X	X		X	*	*
<i>Dicranella howei</i> Howe's Kleingabelzahnmoos	X	X			*	*
<i>Dicranella schreberiana</i> Schrebers Kleingabelzahnmoos	X				*	*
<i>Dicranella staphylina</i> Trauben-Kleingabelzahnmoos	X		X	X	*	*
<i>Dicranella varia</i> Veränderliches Kleingabelzahnmoos	X				*	*
<i>Dicranoweisia cirrata</i> f Lockiges Kleingabelzahnmoos	X	X	X		*	*
<i>Dicranum scoparium</i> Besenartiges Gabelzahnmoos	X	X		X	*	*
<i>Didymodon fallax</i> f Täuschendes Zwillingsszahnmoos	X	X	X	X	*	*
<i>Didymodon vinealis</i> Weinbergs-Zwillingsszahnmoos	X				*	*
<i>Didymodon rigidulus</i> Steifes Zwillingsszahnmoos	X	X	X		*	*
<i>Didymodon tophaceus</i> f Tuff-Zwillingsszahnmoos	X	X	X		*	*
<i>Drepanocladus aduncus</i> Krallenblatt-Sichelmoos	X		X		*	*
<i>Encalypta streptocarpa</i> Gedrehtfrüchtiges Glockenhutmoos	X	X	X		*	*

Wissenschaftlicher Name Deutscher Name	Zeche und Kokerei Zollverein Essen 2016	Ehem. Erzbergwerk Selbeck Mülheim 2011	Landschaftspark/Sinter- anlage Duisburg 2001	Halde Hoppenbruch Herten 2000	RL NRW	RLWB-WT
<i>Eurhynchium hians</i> Klaffendes Schönschnabelmoos	x	x	x	x	*	*
<i>Eurhynchium praelongum</i> Langgestrecktes Schönschnabelmoos	x	x	x	x	*	*
<i>Eurhynchium striatum</i> Gestreiftes Schönschnabelmoos	x	x	x	x	*	*
<i>Fissidens adianthoides</i> f Haarfarnähnliches Spaltzahnmoos	x		x	x	3	3
<i>Fissidens bryoides</i> f Birnmoosähnliches Spaltzahnmoos	x	x	x	x	*	*
<i>Fissidens taxifolius</i> Eibenblättriges Spaltzahnmoos	x		x	x	*	*
<i>Funaria hygrometrica</i> f Wetteranzeigendes Drehmoos	x		x	x	*	*
<i>Grimmia pulvinata</i> f Polster-Kissenmoos	x	x	x		*	*
<i>Homalothecium sericeum</i> Echtes Seidenmoos	x		x		*	*
<i>Hylocomium brevirostre</i> Kurzschnäbeliges Hainmoos	x				2	1
<i>Hypnum cupressiforme</i> Zypressen-Schlafmoos	x	x	x	x	*	*
<i>Leptobryum pyriforme</i> Echtes Seidenbirnmoos	x		x		*	*
<i>Leptodictyum riparium</i> f Ufermoos	x	x	x		*	*
<i>Leskea polycarpa</i> Vielfrüchtiges Leskemoos	x	x	x		*	*
<i>Mnium hornum</i> Schwanenhals-Sternmoos	x	x		x	*	*
<i>Orthotrichum affine</i> f Verwandtes Goldhaarmoos	x	x	x		*	*
<i>Orthotrichum anomalum</i> f Stein-Streifenmoos	x		x		*	*
<i>Orthotrichum diaphanum</i> f Glashaar-Streifenmoos	x	x	x		*	*

Wissenschaftlicher Name Deutscher Name	Zeche und Kokerei Zollverein Essen 2016	Ehem. Erzbergwerk Selbeck Mülheim 2011	Landschaftspark/Sinter- anlage Duisburg 2001	Halde Hoppenbruch Herten 2000	RL NRW	RLWB-WT
<i>Orthotrichum striatum</i> f Glattfrüchtiges Goldhaarmoos	x	x			*	*
<i>Orthotrichum tenellum</i> f Zartes Goldhaarmoos	x				*	*
<i>Phascum cuspidatum</i> f Spitzblatt-Glanzmoos	x				*	*
<i>Physcomitrium pyriforme</i> f Birnfrüchtiges Blasenmützenmoos	x				*	*
<i>Plagiomnium undulatum</i> Welliges Sternmoos	x	x			*	*
<i>Plagiothecium laetum</i> Glanz-Schiefbüchsenmoos	x	x			*	*
<i>Pohlia nutans</i> Nickendes Pohlmoos	x	x	x	x	*	*
<i>Polytrichum formosum</i> Wald-Haarmützenmoos	x	x	x	x	*	*
<i>Polytrichum juniperinum</i> Wacholder-Widertonmoos	x		x	x	*	*
<i>Polytrichum piliferum</i> f Haartragendes Frauenhaarmoos	x		x	x	*	*
<i>Pottia truncata</i> f Gestutztes Pottmoos	x				*	*
<i>Pseudocrossidium hornschuchianum</i> Hornschuchs Scheinfransenmoos	x		x		*	*
<i>Rhynchostegium confertum</i> f Dichtästiges Schnabeldeckelmoos	x	x	x		*	*
<i>Rhynchostegium megapolitanum</i> Mecklenburger Schnabeldeckelmoos	x		x		D	D
<i>Rhynchostegium murale</i> Mauer-Schnabeldeckelmoos	x		x		*	*
<i>Rhytidadelphus squarrosus</i> Sparriger Runzelbruder	x	x	x	x	*	*
<i>Schistidium crassipilum</i> f Dickhaariges Spalthütchen	x	x	x	x	*	*
<i>Scleropodium purum</i> Gemeines Grünstängelmoos	x	x	x	x	*	*

<b>Wissenschaftlicher Name</b> <b>Deutscher Name</b>	<b>Zeche und Kokerei Zollverein Essen 2016</b>	<b>Ehem. Erzbergwerk Selbeck Müllheim 2011</b>	<b>Landschaftspark/Sinter- anlage Duisburg 2001</b>	<b>Halde Hoppenbruch Herten 2000</b>	<b>RL NRW</b>	<b>RLWB-WT</b>
<i>Syntrichia papillosa</i> Warziges Drehzahnmoos	x				*	*
<i>Syntrichia ruraliformis</i> Dünen-Netzmundmoos	x				*	D
<i>Thuidium tamariscinum</i> Tamarisken-Thujamoos	x	x		X	*	*
<i>Tortula muralis</i> f Mauer-Drehzahnmoos	x	x	x	X	*	*
<i>Ulota bruchii</i> f Bruchs Krausblattmoos	x	x			*	*
<i>Ulota crispa</i> f Echtes Krausblattmoos	x	x			*	*
<b>Zwischensumme</b>	<b>89</b>	<b>52</b>	<b>58</b>	<b>38</b>		
<b>Weitere Lebermoosen der Vergleichsindustriebra- chen</b>						
<i>Calypogeia fissa</i> Eingeschnittenes Erdkelchmoos				x	-	-
<i>Cephalozia bicuspidata</i> Zweispitziges Kopfsprossmoos				x	-	-
<i>Cephaloziella</i> cf. <i>hampeana</i> Hampes Kleinkopfsprossmoos			x		-	-
<i>Frullania dilatata</i> Breites Sackmoos		x			-	-
<i>Lophocolea bidentata</i> Zweizähniges Kammkelchmoos		x		x	-	-
<i>Riccia sorocarpa</i> Staubfrüchtiges Sternlebermoos			x		-	-
<b>Weitere Laubmoose der Vergleichsindustriebra- chen</b>						
<i>Brachythecium populeum</i> Pappel-Kurzbüchsenmoos		x	x		-	-
<i>Brachythecium rivulare</i> Bach-Kurzbüchsenmoos			x		-	-
<i>Bryum algovicum</i> Hängfrüchtiges Birnmoos		x			-	-

Wissenschaftlicher Name Deutscher Name	Zeche und Kokerei Zollverein Essen 2016	Ehem. Erzbergwerk Selbeck Mülheim 2011	Landschaftspark/Sinter- anlage Duisburg 2001	Halde Hoppenbruch Herten 2000	RL NRW	RLWB-WT
<i>Bryum barnesii</i> Barnes' Birnmoos			x		-	-
<i>Bryum inclinatum</i> Geneigtes Birnmoos				x	-	-
<i>Bryum intermedium</i> Mittleres Birnmoos			x		-	-
<i>Bryum moravicum</i> Mährisches Birnmoos			x		-	-
<i>Bryum pallescens</i> agg. Bleiches Birnmoos			x		-	-
<i>Bryum radiculosum</i> Wurzelfilziges Birnmoos			x		-	-
<i>Bryum rubens</i> Rötliches Birnmoos			x		-	-
<i>Bryum ruderale</i> Schutt-Birnmoos			x	x	-	-
<i>Cinclidotus riparius</i> Ufer-Gitterzahnmoos			x		-	-
<i>Dicranum montanum</i> Berg-Gabelzahnmoos		x			-	-
<i>Ditrichum</i> spec. Doppelhaarmoos			x		-	-
<i>Fissidens incurvus</i> Krummfrüchtiges Spaltzahnmoos				x	-	-
<i>Herzogiella seligeri</i> Seligers Herzogmoos		x			-	-
<i>Homalothecium lutescens</i> Gelbliches Seidenmoos			x		-	-
<i>Hypnum jutlandicum</i> Heide-Schlafmoos				x	-	-
<i>Orthotrichum patens</i> Abstehendbeblättertes Goldhaarmoos		x			-	-
<i>Orthotrichum rogeri</i> Großsporiges Goldzahnmoos		x			-	-
<i>Plagiomnium affine</i> Verwandtes Schiefsternmoos		x	x	x	-	-

Wissenschaftlicher Name Deutscher Name	Zeche und Kokerei Zollverein Essen 2016	Ehem. Erzbergwerk Selbeck Mülheim 2011	Landschaftspark/Sinter- anlage Duisburg 2001	Halde Hoppenbruch Herten 2000	RL NRW	RLWB-WT
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> Spieß-Schiefsternmoos			x	x	-	-
<i>Plagiomnium rostratum</i> Geschnäbeltes Schiefsternmoos		x			-	-
<i>Plagiothecium denticulatum</i> Gezähntes Schiefbüchsenmoos		x			-	-
<i>Platyhypnidium riparioides</i> Ufer-Mäusedornmoos			x		-	-
<i>Pleurozium schreberi</i> Schrebers Rotstängelmoos		x			-	-
<i>Pohlia flexuosa</i> Bogiges Pohlmoos		x			-	-
<i>Pohlia melanodon</i> Schwarzzähniges Pohlmoos		x			-	-
<i>Racomitrium canescens</i> Graues Zackenmützenmoos			x		-	-
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> Großes Kranzmoos		x			-	-
<i>Scopelophila cataractae</i> Wasserfall-Schwermetallmoos		x			-	-
<i>Syntrichia calcicola</i> Kalkbewohnendes Netzmundmoos			x		-	-
<i>Trichostomum crispulum</i> Krausblättriges Haarmundmoos				x	-	-
<b>Gesamtsumme</b>	<b>89</b>	<b>67</b>	<b>75</b>	<b>48</b>		

## 4 Diskussion

Zusammen mit den Kartierungen des ehemaligen Erzbergwerkes Selbeck, der Halde Hoppenbruch in Herten und des Landschaftsparks Duisburg Nord (Tab. 1) zählt die vorliegende Untersuchung zu den ganz wenigen Erfassungen des gesamten Moosarteninventars einer Haldenfläche bzw. Industriebrache im Ruhrgebiet. Auch wenn man den betrachteten Raum deutlich ausweitet, ergibt sich ein ähnliches Bild. Zu nennen wäre dann z. B. noch eine Kartierung von Industriebrachen im Zeitraum 1999 bis 2001 in Österreich in Linz (s. Internet), die allerdings nur Teil der Inventarisierung der Moosflora des gesamten Stadtgebietes war. Im Vergleich zu den anderen genannten Mooserfassungen (Landschaftspark Duisburg-Nord 75 Arten), ehemaliges Erzbergwerk Selbeck 67 Arten, Halde Hoppenbruch 48 Arten) wurde für Zollverein mit 89 Arten (11 Leber- und 78 Laubmoose) die größte Artenzahl ermittelt. Auch für die Industriebrachen in Linz ergibt sich mit 75 Arten ein niedrigerer Wert. Aufgrund unterschiedlicher Dauer und Zeitpunkten der Kartierung und der unterschiedlichen Größe und Struktur der Flächen, ist ein tiefer gehender Vergleich nicht möglich. Auffällig ist jedoch ein nicht unerheblicher gemeinsamer Grundstock an Arten der drei Flächen im Ruhrgebiet. So sind 58 der 75 im Landschaftspark Duisburg-Nord, 52 der 67 auf der Fläche des ehemaligen Erzbergwerkes Selbeck und 38 der 48 auf der Halde Hoppenbruch registrierten Moosarten auch auf Zollverein vorhanden.

Überblickt man die weiteren Ergebnisse der hier vorgestellten Mooserfassung, so sind bezüglich der Biodiversität folgende Aspekte erwähnenswert: Ein Charakteristikum vieler nicht oder nur wenig geneigter Haldenflächen ist das engbenachbarte Auftreten von Trocken-, Frische- und teils auch Feuchtezeigern, was als Indiz für wechselfeuchte Standortbedingungen gewertet werden kann, die in dieser kleinflächigen Verteilung in der Normallandschaft kaum einmal realisiert sind. Bemerkenswert ist ferner das breite Spektrum von azido- über neutro- bis hin zu den basiphytischen Bodenmoosen der verschiedenen Brachflächen. Beide geschilderten Sachverhalte finden ihre Erklärung darin, dass in der Vergangenheit bis in die Gegenwart auf dem untersuchten Gelände zum Teil sehr unterschiedliche Boden- und Gesteinssubstrate (Bergematerial, Schlacken, mit Bauschutt angereichertes Bodensubstrat etc.) abgelagert wurden, die darüber hinaus auch öfters noch kleinräumig in ihrer Zusammensetzung variieren.

Wie an der großen Zahl an Pioniermoosen abzulesen ist, spielen die noch zahlreich vorhandenen offenen Bodenbereiche ebenfalls eine große Bedeutung für die Artenvielfalt dieser Industriefolgelandschaft. Manche der an diese Standorte gebundenen Moose werden jedoch wieder verschwinden, wenn weitere Areale überbaut und neugestaltet werden oder sich im Verlauf der Sukzession verändern. Es wird daher zukünftig immer wichtiger werden, den Pioniercharakter aus-

gewählter Flächen durch eine entsprechende Nutzung bzw. Pflege weiterhin zu erhalten.

Moosartenreich sind auch einige geschotterte, ehemalige Gleisareale. Bryologisch wertvoll sind davon derzeit allerdings nur einige, wo der Schotter bereits über längere Zeit hin besiedelt werden konnte. Die großflächig im Rahmen der Neugestaltung des Wegenetzes auf dem Gelände frisch geschotterten Gleisanlagen bieten dagegen aktuell nur wenigen Moosarten Lebensraum.

Während aufgrund der noch zahlreich vorhandenen offenen Bodenbereiche eine beachtliche Artenvielfalt schwerpunktmäßig epigäischer Moose auf Zollverein zu verzeichnen ist, ist die Moosflora der Gemäuer recht artenarm und die Bestände sind eher kümmerlich entwickelt. Dies zeigt sich beispielsweise im Vergleich zur Situation im Landschaftspark Duisburg-Nord. Obwohl die Ausstattung des Geländes mit den betreffenden Habitaten an sich recht gut und mit dem Landschaftspark Duisburg-Nord vergleichbar ist, ist die Moosflora der Gemäuer auf Zollverein quantitativ und qualitativ deutlich schlechter entwickelt. Der Grund dürfte darin liegen, dass es sich auf dem untersuchten Gelände vielfach um eher lichte und trockene, noch weitgehend intakte Mauerbereiche handelt, die nur wenigen spezialisierten Moosen gute Lebensbedingungen bieten. Die Vielfalt erhöht sich in der Regel deutlich, wenn es auch alte, stärker verfallene Gemäuerabschnitte gibt, zumal wenn sich diese in feuchter und/oder beschatteter Umgebung finden. Auch viele der niedrigen Betoneinfassungen an den Wegen sind für die Ausbildung einer bemerkenswerten Moosflora zu jung und zu trocken.



Abb. 10: *Cryphaea heteromalla* auf der Borke eines alten Ahornbaums auf dem Gelände der ehemaligen Kokerei Zollverein (Foto: Anna Piasecka 2016)

Die Artengarnitur der registrierten epiphytischen Moose zeigt, dass der vielbeschriebene Wandel in der heimischen Epiphytenflora (STAPPER et al. 2000, FRAHM 2001, FRANZEN 2001) auch auf Zollverein eingesetzt hat. Ein eindrucksvolles Beispiel für eine enorme Bestandszunahme und Ausbreitung bietet das auf dem Gelände der ehemaligen Kokerei nachgewiesene neutrophytische Moos *Cryphaea heteromalla* (s. Abb. 10), dessen landesweite Verbreitung im Zeitraum bis 1990 sowie seit 1990 in den beiden Rasterkarten (Abb. 11 u. 12) gegenübergestellt wird.

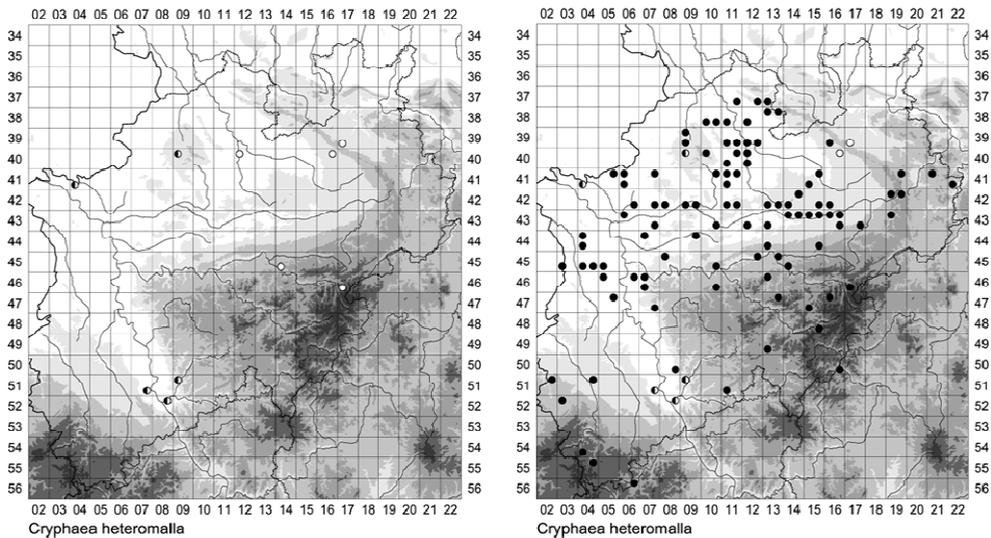


Abb. 11/12: TK25-Rasterkarten der Verbreitung von *Cryphaea heteromalla* in NRW vor 1990 (links) und seit 1990 (rechts). ○ = Nachweis vor 1990, halbvoller Kreis = Nachweis 1900-1989, voller Kreis = Nachweis 1990 und jünger, Nachweis Zollverein (TK 4508/1).

Mit *C. heteromalla* und anderen Arten wie *Radula complanata*, *Orthotrichum striatum*, *O. tenellum* und *Syntrichia papillosa* findet sich aktuell eine ganze Reihe von Moosen, deren Vorkommen noch vor 20 bis 30 Jahren inmitten des Ruhrgebiets unvorstellbar gewesen wäre. Sie fehlen dann auch bezeichnenderweise in den Artenlisten von FRANZEN (2001) sowie jenen zur Halde Hoppenbruch und zum Landschaftspark Duisburg-Nord, die den Zustand der Jahre 1999 bis 2001 dokumentieren. Allerdings fällt die auf Zollverein insgesamt doch (noch) geringe Abundanz der Borkenmoose auf, was als Indiz gewertet werden darf, dass die Neuansiedlung neutrophytischer Arten hier derzeit noch längst nicht abgeschlossen ist. Mit dem allmählichen Wegfallen des „Sauren Regens“ ist dieser Prozess in Gang gekommen und durch den Klimawandel (Stichwort „Oze-

anisierung“) und den vielerorts erheblichen Einträgen von Nährstoffen über die Luft (STAPPER & KRICKE 2003) verstärkt worden. Auf der anderen Seite ist in der jüngeren Vergangenheit bei den meisten azidophytischen Borkenmoosen (z. B. bei *Ptilidium pulcherrimum*, *Dicranoweisia cirrata*, *Dicranum montanum*, *D. tauricum*) landesweit ein dramatischer Rückgang oder zumindest ein deutlicher Vitalitätsverlust (kümmerliche Entwicklung, fehlende Sporophytenbildung) festzustellen. Entsprechend starke Bestandseinbußen zeigen sich darüber hinaus mittlerweile auch bei einigen noch vor zwei Jahrzehnten häufigen Bodenmoosen, wie z. B. *Cephalozia bicuspidata*, *Aulacomnium androgynum* und *Pohlia nutans*. Die älteren Industriebereiche der Zeche und Kokerei Zollverein an den Haldenhängen der Halde Skulpturenwald, die ausschließlich von azidophytischen Borkenmoosen und ferner ganz überwiegend von ebensolchen Bodenmoosen besiedelt werden, stellen insofern selbst im Ruhrgebiet heute bereits eine Besonderheit dar. Auch in diesem Zusammenhang fällt also wieder ein kleinräumiger Wechsel auf, in diesem Fall zwischen Bereichen, die von einer azidophytischen und solchen, die von einer neutro- bis basiphytischen Artengarnitur gekennzeichnet sind. Der starke Umbruch in der heimischen Moosflora zeigt sich so exemplarisch am engen räumlichen Nebeneinander der Arten, was vor wenigen Jahren noch für weite Teile des Ballungsraumes charakteristisch war. Wie lange dieser Zustand, der gewissermaßen einen Blick in die Vergangenheit erlaubt, auf Zollverein noch erhalten bleibt, erscheint freilich ungewiss. Zu erwarten ist auch hier die weitere Zunahme der neutrophytischen Borken- und Bodenmoosen auf Kosten der Azidophyten.

Zusammenfassend seien wichtige Faktoren benannt, die eine hohe Moosdiversität auf dem untersuchten Gelände Zeche und Kokerei Zollverein bedingen:

1. Allgemeine Habitat-, Struktur- und Substratvielfalt
2. Breites Spektrum an Standorten mit unterschiedlichem Nährstoff-, Feuchtigkeits- und Temperaturregime
3. Reiches Angebot an offenen Bodenpartien
4. Vorhandensein nicht zu stark zugewachsener über einen längeren Zeitraum der natürlichen Entwicklung überlassener Gleisschotterbereiche
5. Ein Nebeneinander von noch stark vom „Sauren Regen“ beeinflussten und nur wenig beeinflussten Borken- und Bodenstandorten.

Aus naturschutzfachlicher Sicht sind Industriebrachen besonders interessant als Diversitätszentren kurzlebiger Arten (s. Internet) und als Ersatzlebensräume für Moosarten historischer Kulturlandschaften wie beispielsweise Magerrasen und extensiv genutzte Äcker. Damit geht einher, dass sie heute zumeist auch als Lebensraum für eine größere Zahl seltener und gefährdeter Moosarten Bedeutung haben. Immerhin 8 der 89 auf Zollverein nachgewiesenen Moosarten gelten

in der einen oder anderen Weise in NRW als gefährdet (s. Tab. 1). Die Untersuchung in Linz kommt sogar zum Ergebnis, dass die dortigen Industriebrachen im dicht bebauten städtischen Raum heute mit die größte Zahl gefährdeter Moosarten beherbergen (s. Internet). Um auf Zollverein weiterhin die beschriebene Habitatvielfalt, insbesondere aber die reiche Ausstattung an Pionierstandorten, die für viele konkurrenzschwache gefährdete Arten notwendig ist, zu bewahren, wird es zukünftig ganz entscheidend sein, die Nutzung und Pflege der betreffenden Areale in geeigneter Weise zu steuern. Vor dem Hintergrund der Bemühungen zur Umsetzung der Biodiversitätsstrategie der Europäischen Union auf Bundes- und Landesebene sollten bei zukünftigen Naturschutzkonzepten, die die Förderung bzw. den Erhalt der Biodiversität auf Industriebrachen zum Ziel haben, die spezifischen Ansprüche der Moose, die sich von denen der Gefäßpflanzen in wichtigen Aspekten unterscheiden (z. B. aufgrund ihrer Konkurrenzschwäche), mitberücksichtigt werden.

Es wird in jedem Fall eine spannende Aufgabe sein, die zukünftige Entwicklung der Industriebrache anhand der Veränderungen der Moosflora, die sich in besonderer Weise als Indikator für Umweltveränderungen eignet (FUCHS 2013, HOHENWALLNER (2000), KRICKE & STAPPER 2003) zu verfolgen und – wichtiger noch – zu dokumentieren.

## Literatur

- DÜLL, R. (1986): Punktkartenatlas zur Moosflora der weiteren Umgebung von Duisburg, insbesondere dem angrenzenden Niederrhein. – Duisburg, 41 S.
- DÜLL, R. (2001): Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen. – In: ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V. & W. WERNER (Hrsg.): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica XVIII: 175-220.
- FRAHM, J.-P. (2001): Die Rückkehr der Epiphyten-Story. – Bryologische Rundbr. **46**: 1-3.
- FRANZEN, I. (2001): Epiphytische Moose und Flechten als Bioindikatoren der Luftqualität am Westrand des Ruhrgebietes. – Limprichtia **16**: 1-85 + Anhänge A und B.
- FUCHS, R. & U. STOTTROP (2010): Industrienatur. – In: BORSDORF, U. & H. T. GRÜTTER (Hrsg.): Ruhr Museum. Natur Kultur Geschichte. – Ausstellungskatalog Ruhr Museum, Essen. Klartext: 144-147.
- FUCHS, R. (2013): Dynamik der Erlenbruchwälder, Moorbirken-Moorwälder und Gagelgebüsche im Übergang Niederrhein – Ruhrgebiet. Eine vegetationsökologische Analyse unter besonderer Berücksichtigung der Moose. – Abh. aus dem Westf. Mus. für Naturkunde **76**: 239 S.
- FUCHS, R. & P. KEIL (2017): Gefäßpflanzen auf Zollverein – In: KEIL, P. & E. GUDERLEY (Hrsg.) (2017): Artenvielfalt der Industrienatur – Flora, Fauna und Pilze auf Zollverein in Essen. – Abh. aus dem Westf. Mus. für Naturkunde **87**: 31-88.

- GAUSMANN, P. 2012: Ökologie, Floristik, Phytosoziologie und demographische Struktur von Industriebäumen des Ruhrgebietes. – Diss. Ruhr-Universität Bochum, Geograph. Inst., AG Landschaftsökologie und Biogeographie. Bochum, 304 S. + Anhang.
- HOHENWALLNER, D. (2000): Bioindikation mittels Moosen im dicht bebauten Stadtgebiet Wiens. – *Limprichtia* **15**: 1-91 + Anhang.
- KOPPE, K. (1965): Zweiter Nachtrag zur Moosflora von Westfalen. – *Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld* **17**: 17-57.
- KEIL, P., BUCH, C., FUCHS, R., SCHMIDT, C., KRICKE, R. & A. APTROOT (2012): Schwermetalltolerante Pflanzenarten auf dem Gelände des ehemaligen Erzbergwerkes Neudiepenbrock III in Mülheim an der Ruhr-Selbeck. – *Decheniana* **165**: 95-114.
- KRICKE, R. (2000): GEO-Tag der Artenvielfalt. – *Akt. Lichenol. Mitt. NF* **3**: 19-22.
- KRICKE, R. & N. STAPPER (2003): Epiphytische und epigäische Moose und Flechten als Deskriptoren der Industriebrachen-Sukzession. – unveröffentl. Ber. für die Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (LÖBF).
- NEBEL, M. & G. PHILIPPI (Hrsg.) (2001 – 2005): Die Moose Baden-Württembergs. Band I-III. – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- SCHAEPE, A. (1986): Veränderungen der Moosflora von Berlin (West). – *Bryophytorum Bibliotheca* **33**: 1-392.
- SCHMIDT, C. (2004 [2005]): Bryologische Untersuchungen der Massenkalk- und Sparganophyllum-Kalkfelsen Westfalens. Teil 1. – *Lynx* **2**: 1-299 + 86 S. Anhang mit Karten und Tabellen.
- SCHMIDT, C. (2011): Rote Liste und Artenverzeichnis der Moose – Anthocerotophyta, Bryophyta et Hepaticophyta – in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung, Stand August 2011. – In: LANUV (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 4. Fassung, 2011. – *LANUV-Fachbericht* **36**(1): 185-272.
- SOLGA, A. & C. SCHMIDT (2001): Die Moose beim 3. GEO-Tag der Artenvielfalt. – *Bryol. Rundbr.* **48**: 1.
- STAPPER, N.J., FRANZEN, I., GOHRBANDT, S. & J.-P. FRAHM (2000): Epiphyten kehren ins Ruhrgebiet zurück. Ergebnisse einer Moos- und Flechtenkartierung im Revier. – *LÖBF-Mitt.* **2/2000**: 12-21.
- STAPPER, N. J. & R. KRICKE (2004): Epiphytische Moose und Flechten als Bioindikatoren von städtischer Überwärmung, Standorteutrophierung und verkehrsbedingten Immissionen. – *Limprichtia* **24**: 187-208.
- ZECHMEISTER H. G. & A. TRIBSCH (2002): „Ohne Moos nix los!“. Die Moosflora von Linz. – *Öko L* **24**(1): 24-32.

## Internetquellen:

- ZECHMEISTER, H. G., TRIBSCH, A., & D. HOHENWALLNER: Die Moosflora von Linz und ihre Bedeutung für die Bioindikation, <http://www.linz.at/images/Moos.pdf>; letzter Aufruf 2017.03.27

Anschriften der Verfasser:

Dr. Carsten Schmidt  
Sudmühlenstraße 88  
48157 Münster  
E-Mail: bryo\_schmidt@gmx.net

Dr. Renate Fuchs  
Mühlenstr. 13  
45473 Mülheim an der Ruhr  
E-Mail: rene.fuchs-mh@t-online.de

Anna Piasecka  
Ul. Śniadeckich I/15 M27  
Warschau  
Polen  
E-Mail: anna@fhap11.net

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde](#)

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: [87\\_2017](#)

Autor(en)/Author(s): Schmidt Carsten, Fuchs Renate, Piasecka Anna

Artikel/Article: [Moose auf Zollverein 99-128](#)