

Rotalgen (*Rhodophyta*) und Braunalgen (*Phaeophyceae*) im Einzugsgebiet der mittleren Wupper*

FRANK SONNENBURG

Kurzfassung

Die vorliegende Studie fasst Nachweise limnischer Rot- und Braunalgen im mittleren Teil des Wupper-Einzugsgebietes in Nordrhein-Westfalen zusammen. Der Untersuchungsschwerpunkt liegt räumlich im Umfeld der Bergischen Städte Remscheid, Solingen und Wuppertal. Neben umfangreichen eigenen Erhebungen wurden Funddaten aus der Literatur und aus weiteren Quellen ausgewertet. Im Untersuchungszeitraum seit 2004 wurden sechs Rotalgen- und eine Braunalgenart nachgewiesen. Habituelle Merkmale und charakteristische Wuchsorte werden beschrieben und anhand von Fotos veranschaulicht. Die Verbreitung innerhalb des Untersuchungsraumes wird für die einzelnen Taxa kartografisch dargestellt. Alle Fließgewässertypen vom kleinen Quellbach bis zur Wupper als Mittelgebirgsfluss wiesen Rotalgenvorkommen auf. Artsspezifisch zeigten sich unterschiedlich stark ausgeprägte Präferenzen für einzelne Gewässertypen. Die Fundorte der Krustenrotalge *Hildenbrandia rivularis* korrelierten nur wenig mit bestimmten Gewässertypen, zeigten jedoch innerhalb des Untersuchungsraumes kleinräumige Vorkommensschwerpunkte im westlichen Teilgebiet. Die Wupper erwies sich mit fünf Rotalgenarten als artenreichstes Gewässer. Die im Allgemeinen seltene und gefährdete Art *Batrachospermum atrum* tritt dort über weite Strecken in hohen Deckungsgraden und vermutlich überregional bedeutsamen Bestandsgrößen auf. Für *Hildenbrandia rivularis* und für die schwerpunktmäßig in weitgehend unbelasteten Gewässern verbreitete Borstenrotalge *Lemanea fluviatilis* konnte ein Expandieren der Bestände in der Wupper registriert werden. Eine Auswertung der Befunde im landesweiten Kontext wird durch das Fehlen vergleichbarer Studien erschwert.

Abstract

Red Algae and Brown Algae (*Rhodophyta* and *Phaeophyceae*) in the central part of the Wupper catchment area, North Rhine-Westphalia, Germany

The present study summarizes evidence of limnic red and brown algae in the central part of the Wupper catchment area in North Rhine-Westphalia. The focus of the investigation is spatially in the vicinity of the Bergisch cities of Remscheid, Solingen and Wuppertal. In addition to extensive surveys conducted by the author, data from the literature and other sources were evaluated. During the study period since 2004, six types of red algae and one type of brown algae were detected. Habitual features and characteristic growth locations are described and illustrated with photos. The distribution within the investigation area is mapped for the individual taxa. All types of flowing water bodies from small creeks to the Wupper river showed occurrences of red algae. Species-specifically, there were differently pronounced preferences for individual types of water. The locations of the crusty red alga *Hildenbrandia rivularis* correlated only slightly with certain types of water, but showed small-scale occurrences in the western sub-area within the investigation area. With five types of red algae, the Wupper turned out to be the most species-rich body of water. Even the generally rare and endangered species *Batrachospermum atrum* occurs in the Wupper over long stretches in high degrees of coverage and presumably supra-regionally significant population sizes. For *Hildenbrandia rivularis* and for the bristle red alga *Lemanea fluviatilis*, which are mainly found in largely unpolluted waters, an expansion of the population into the Wupper could be registered. An evaluation of the findings in regional context is made difficult by the lack of comparable studies concerning North Rhine-Westphalia.

* Außerdem erschienen am 29.11.2020 als Veröff. Bochumer Bot. Ver. 12(4): 79–109.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	128
2	Untersuchungsraum	128
3	Methodik und Untersuchungsumfang	130
4	Ergebnisse	131
4.1	Allgemeine Angaben zum nachgewiesenen Artenspektrum	131
4.2	Artbezogene Ergebnisse	133
	<i>Audouinella hermannii</i>	134
	<i>Audouinella chalybea</i>	136
	<i>Batrachospermum atrum</i>	137
	<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	140
	<i>Lemanea fluviatilis</i>	143
	Chantransia-Stadien	146
	<i>Hildenbrandia rivularis</i>	147
	<i>Heribaudiella fluviatilis</i>	150
4.3	Fundpunkt-Karten	152
5	Diskussion und Schlussbetrachtung.....	154

1 Einleitung

Die beiden nicht näher verwandten Gruppen der Rotalgen (*Rhodophyta*) und Braunalgen (*Phaeophyceae*) sind schwerpunktmäßig in marinen Lebensräumen verbreitet. Nur ein geringer Anteil der Arten besiedelt Süßwasserbiotope. Eine Einführung in die Thematik sowie Angaben zu den in Deutschland vorkommenden Taxa geben FOERSTER & al. (2018) und KNAPPE & HUTH (2014). Im Artenverzeichnis für Nordrhein-Westfalen werden 16 limnische Rotalgen- und eine Braunalgenart angegeben (FRIEDRICH & al. 2011). Ungeachtet eines heute erweiterten Kenntnisstandes handelt es sich somit um recht überschaubare Artengruppen. Dennoch finden beide in der neueren naturkundlichen Literatur Nordrhein-Westfalens bisher nur wenig Beachtung.

Rot- und Braunalgen zeichnen sich generell durch eine große habituelle Vielgestaltigkeit aus, die sich auch bei den heimischen Taxa widerspiegelt. Viele lassen sich aber leicht als Verwandtschaftsgruppe oder Gattung identifizieren, so etwa die Krustenrotalgen (*Hildenbrandia*), die Borstenrotalgen (*Lemanea*, *Paralemanea*) und die Froschlaichalgen (*Batrachospermum*). Die Determination auf Artniveau erfordert hingegen eine gewisse Einarbeitung, eine gute Merkmalsausprägung des Materials sowie geeignete optische Ausrüstung und Bestimmungsliteratur.

Die vom Verfasser durchgeführten Untersuchungen beziehen sich nur zu einem geringen Teil auf vorab festgelegte, fixe Probestellen. Stattdessen wurden innerhalb eines größeren Untersuchungsraums viele Bachläufe komplett, zumindest aber über längere Strecken gezielt abgesehen. Auch die Wupper wurde bis auf wenige nicht begehbare Abschnitte über viele Kilometer begangen. Zusätzliche Fundangaben aus der Literatur sowie im Rahmen der amtlichen Gewässerüberwachung erzielte Nachweise wurden ausgewertet. Der vorliegende Beitrag fasst die hierbei gewonnenen Erkenntnisse über die lokale Verbreitung der Arten und ihre Standortpräferenzen zusammen.

2 Untersuchungsraum

Die Studie bezieht sich auf das Einzugsgebiet der Wupper im Gebiet der kreisfreien Städte Wuppertal, Remscheid und Solingen sowie in angrenzenden Bereichen des Oberbergischen Kreises, Ennepe-Ruhr-Kreises und Rheinisch-Bergischen Kreises (Abb. 1). Die Wupper selbst wurde zwischen dem Beyenburger Stausee (Grenze Wuppertal/Ennepe-Ruhr-Kreis, km 64,9) und der Mündung des Baches Elbe (Grenze Solingen/Leichlingen, km 13,8) berücksichtigt.

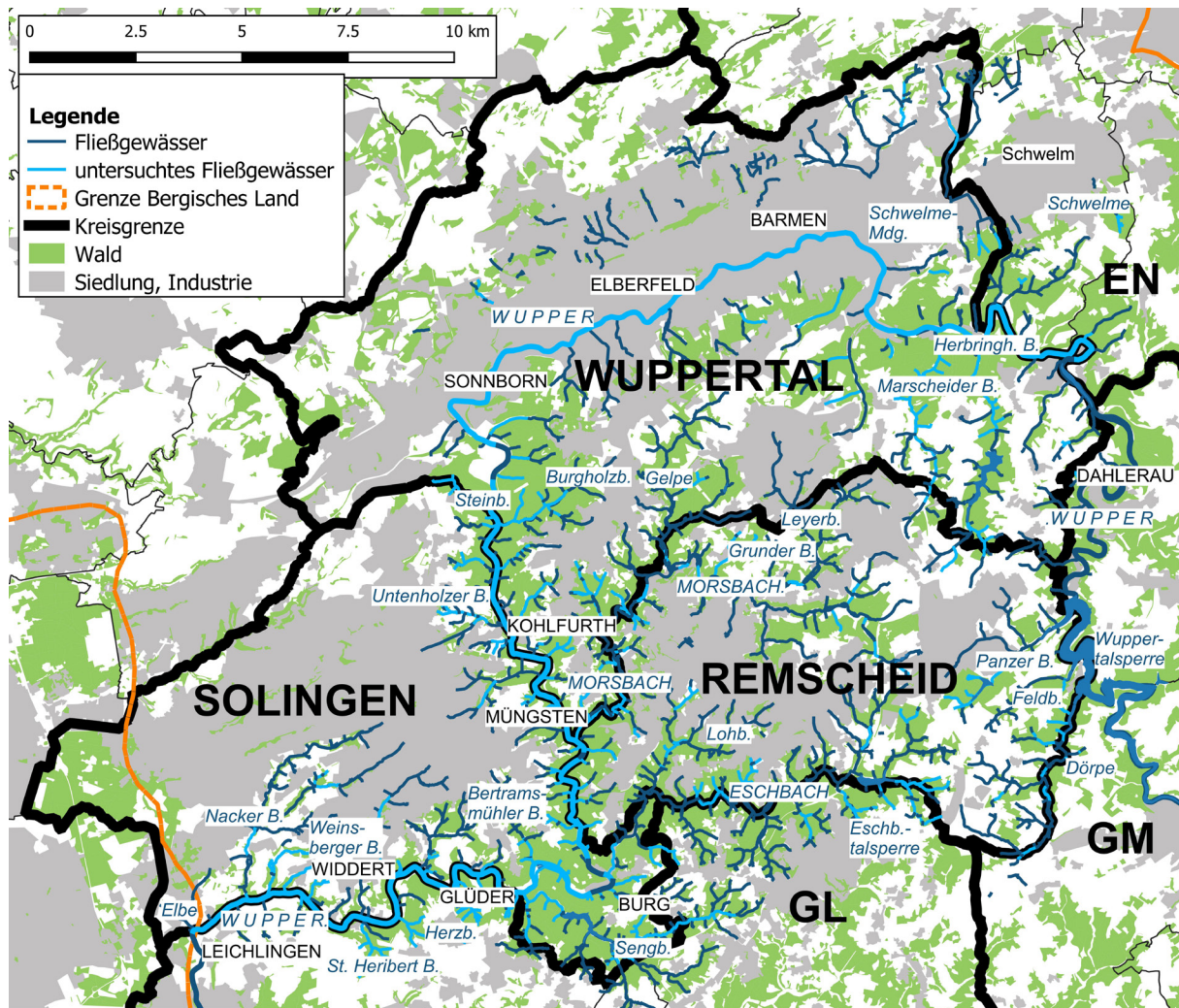


Abb. 1: Übersichtskarte des Untersuchungsraumes. GL = Rheinisch-Bergischer Kreis, EN = Ennepe-Ruhr-Kreis, GM = Oberbergischer Kreis. Kartengrundlage: Naturraumgrenze: OpenGeodata.NRW (2020) Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0), übrige: OpenGeodata.NRW (2020) Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/zero-2-0)

Naturräumlich liegt das ca. 300 km² große Untersuchungsgebiet im nördlichen Bergischen Land und somit im Nordwesten des Süderberglandes. Die Höhenlage des untersuchten Einzugsgebietes variiert zwischen 378 m ü. NN (Remscheid) und 60 m ü. NN (Einmündung Elbe). Das Areal wird überwiegend durch weitgehend kalkfreie devonische Grauwacken, Schiefer und Sandsteine geprägt. Vielerorts sind Lösslehmauflagen vorhanden, die geringe Restkalkgehalte aufweisen können. Von Norden her tangiert ein devonischer Massenkalkzug das Tal der Wupper, welcher das nördliche Wuppertaler Stadtgebiet als schmales Band durchquert (PAFFEN & al. 1963).

Das bis zu 150 m tief in das Grundgebirge eingeschnittene Tal der Wupper prägt maßgeblich das Relief des Untersuchungsraumes. Die Wupper ist hier rund 25 m breit und 50 cm tief. Vor allem im Bereich der Wuppertaler Innenstadt ist sie strukturell stark überformt, wurde jedoch in den letzten Jahren über weite Strecken ökologisch umgestaltet. Auch die Wasserqualität des einst in jeder Hinsicht stark belasteten Gewässers hat sich bzgl. der meisten Parameter erheblich verbessert. Dies gilt besonders für die Saprobie, die im Untersuchungsraum inzwischen den guten Zustand erreicht hat (www.fluggs.de). Der Fluss ist dem NRW-Gewässertyp „Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges“ und dem LAWA-Fließ-

gewässertyp 9 („Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse“) zugeordnet, wobei der silikatische Charakter nur schwach ausgeprägt ist und sich flussabwärts dem karbonatischen annähert. Das Bergische Land ist durch einen großen Reichtum an Quellen und Fließgewässern charakterisiert. Als wichtige Zuflüsse der Wupper sind im Untersuchungsgebiet vor allem der Morsbach und der Eschbach zu erwähnen (Abb. 1). Die betreffenden Bäche gehören überwiegend dem LAWA-Typ 5 (Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche) an. Die NRW-Typologie differenziert diese in „Große Talauebäche im Grundgebirge“ (im Gebiet nur Morsbach) bzw. „Kleine Talauebäche im Grundgebirge“ und definiert die Quellbäche ab einer bestimmten Größe als „Kerbtalbäche im Grundgebirge“ (LANUV 2015). Die im Einflussbereich des o. g. Massenkalkzuges liegenden, stark überformten Wupperzuflüsse sind als Karstbach typisiert und bleiben in dieser Studie unberücksichtigt.

3 Methodik und Untersuchungsumfang

Geländearbeit

Die Untersuchung beschränkte sich auf Fließgewässer. Erfasst wurden makroskopisch auffällige Wuchsformen von Rot- und Braunalgen, die bereits durch Absuchen der Gewässersohle mit bloßem Auge erkennbar waren. Die Nachweise aus der Wupper wurden durch den Verfasser überwiegend während der Kartierung aquatischer Makrophyten in den Sommermonaten 2004 bis 2019 gewonnen (BIOLOGISCHE STATION MITTLERE WUPPER 2020), ergänzt um eigene gezielte Nachkartierungen. Dabei wurden zunächst nur Zufallsfunde von Borsten- und Krustenrotalgen (*Lemanea*, *Paralemanea* und *Hildenbrandia*), seit 2010 gezielt alle Rotalgen-Taxa beachtet. Hierbei wurde der Fluss schleifenförmig flussabwärts durchwaten oder vom Ufer aus abgesucht. Als Hilfsmittel dienten eine Polfilter-Brille und ein Aquaskop (Anker-Suchgerät). Von der etwa 51 km langen Fließstrecke innerhalb des Untersuchungsraumes wurden rund 49 km seit 2004 mindestens einmal begangen. In einzelnen Abschnitten unterhalb des Wuppertaler Stadtgebietes umfassen die Ergebnisse bis zu 15 Untersuchungsjahre. Im Wuppertaler Innenstadtgebiet zwischen Oberbarmen und Sonnborn fanden hingegen nur im Zeitraum 2017/2018 Kartiergänge statt.

Die Wupperzuflüsse und deren Quellen wurden schwerpunktmäßig in den Jahren 2012 bis 2020 untersucht. An stark beschatteten Standorten erleichterte der Einsatz einer Taschenlampe das Auffinden von Algen mit krustenförmigem Thallus. Insgesamt wurden ca. 130 km Bachläufe mindestens einmal begangen (Abb. 1). Sofern erkennbar wurden für die einzelnen Funde Häufigkeitsstufen von 1 bis 5 notiert (Tab. 1).

Tab. 1: Häufigkeitsschätzungen der nachgewiesenen Algen (nach SCHAUMBURG & al. 2012a, b).

Häufigkeit	Beschreibung
5	massenhaft, mehr als 1/3 des Bachbettes bedeckend (Deckungsgrad > 33 %)
4	häufig, aber weniger als 1/3 des Bachbettes bedeckend (Deckungsgrad 5–33 %)
3	makroskopisch selten, gerade noch erkennbar (Vermerk im Feldprotokoll: „Einzelfund“ oder „5 % Deckungsgrad“) oder mikroskopisch massenhaft
2	mikroskopisch häufig
1	mikroskopisch selten

Probenbearbeitung und Determination

Im Gelände wurden zahlreiche Proben entnommen und anschließend unter dem Binokular bzw. Mikroskop nachbestimmt, ggf. fotografisch dokumentiert und herbarisiert bzw. in Alkohol konserviert. Als Transportgefäß dienten transparente Druckverschlussstüten. Probennahmen erfolgten durch Abschneiden möglichst vollständiger Pflanzen einschließlich der basalen Teile. Zum Aufsammeln von Krustenalgen wurden in vielen Fällen kleine besiedelte Steine oder abgemeißelte Felsbruchstücke entnommen. Mit einer Rasierklinge wurden anschließend im Labor die Thalli abgelöst und auf einen Objektträger übertragen. In einzelnen Fällen wurden bereits im Gelände mit einer scharfen Klinge Abstriche der zu beprobenden Gesteinsoberflächen vorgenommen.

Die oft epiphytisch wachsenden Arten der Gattung *Audouinella* lassen sich gut als zufällige „Beifänge“ an Herbarmaterial von aquatischen Makrophyten und größeren Rotalgen nachweisen. Hierzu wurden mehr als einhundert seit 2003 gesammelte Trockenbelege (vorwiegend Moose) aus Fließgewässern des Untersuchungsgebietes nachträglich unter dem Binokular nach anhaftenden Algen abgesucht. Die Trockenbelege von *Audouinella* und von *Chantransia*-Stadien lassen sich i. d. R. problemlos in Wasser aufweichen und wie Frischproben unter dem Mikroskop determinieren. Alle Funddaten wurden in ein geografisches Informationssystem übertragen.

Die Determination auf Art-Ebene erfolgte nach ELORANTA & KWANDRANS (2007), ELORANTA & al. (2011), GUTOWSKI & FOERSTER (2009a, b) sowie KNAPPE & HUTH (2014). Die Nomenklatur der nachfolgend genannten Arten und oben erwähnten Großgruppen folgt GUIRY & GUIRY (2020).

Auswertung von Fremddaten

Ergänzend zu den eigenen Untersuchungsergebnissen wurden Angaben aus der Literatur sowie Daten des GÜS (Gewässerüberwachungssystems) des LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) ausgewertet. Dieses basiert auf Phytobenthos-Untersuchungen im Rahmen des landesweiten Gewässermonitorings (vgl. auch FOERSTER & GUTOWSKI 2007, Methodik siehe SCHAUMBURG & al. 2012b). Knapp 20 GÜS-Probestellen liegen innerhalb des hier betrachteten Untersuchungsraumes, schwerpunktmäßig in der Wupper und den größeren Zuflüssen. Eine Abfrage der GÜS-Daten erfolgte im „ELWAS-WEB“ (www.elwasweb.nrw.de; Download am 12.02.2020, zeigt den Bestand 2006 bis 2016).

4 Ergebnisse

4.1 Allgemeine Angaben zum nachgewiesenen Artenspektrum

Durch die eigenen Untersuchungen wurden sechs Rot- und eine Braunalgenart nachgewiesen (Tab. 2, Fundortkarten siehe Abschnitt 4.2). Einige Funde konnten nur bis auf Gattungsniveau determiniert werden, jedoch ergab sich habituell kein Verdacht auf weitere rezente vorkommende Arten.

Alle oben genannten NRW-Fließgewässer-Typen von kleinen Quellbächen bis zur Wupper wiesen Rotalgenvorkommen auf (Abb. 2–5). In der Wupper und in ihren Zuflüssen wurden jeweils fünf Rotalgenarten festgestellt. Insgesamt erreichten Rotalgen in der Wupper weitaus höhere Stetigkeiten und Deckungsgrade als in den untersuchten Bächen. Die Braunalgenart wurde bei den eigenen Untersuchungen ausschließlich in Bächen gefunden.

Tab. 2: Nachgewiesene Rot- und Braunalgenarten nach Fließgewässertypen (eigene Funde)
Wupper Mitte = Innenstadtbereich oberhalb Oberbarmen (Schwelmemündung) bis unterhalb Sonnborn.
NRW-Fließgewässertypen (nach LANUV 2015):

(1) = Kerbtalbach im Grundgebirge (hier: einschließlich kleiner Quellbäche)

(2) = Kleiner Talauebach im Grundgebirge

(3) = Großer Talauebach im Grundgebirge

(4) = Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges

xxx = (zumindest stellenweise) in hoher Abundanz, dort Häufigkeitsstufe 3 bis 4 erreichend

xx = überwiegend in mittlerer Abundanz, zumeist in Häufigkeitsstufe 3 bis 4

x = wenige Nachweise, zumeist Häufigkeitsstufe 1–3

k = nur im Kläranlagenauslauf

	Nachweis in					
	Bächen			Wupper (4)		
	(1)	(2)	(3)	oben	Mitte	unten
Rhodophyta (Rotalgen)						
<i>Audouinella hermannii</i> (ROTH) DUBY	x	x	x	x	x	x
<i>Audouinella chalybea</i> (ROTH) BORY			x			x ^k
<i>Batrachospermum atrum</i> (HUDSON) HARVEY						xxx
<i>Batrachospermum gelatinosum</i> (LINNAEUS) DE CANDOLLE	x	x				
<i>Lemanea fluviatilis</i> (LINNAEUS) C. AGARDH		x	xx	xx	xx	x
<i>Hildenbrandia rivularis</i> (LIEBMAN) J. AGARDH	x	xx		x	x	xxx
Phaeophyceae (Braunalgen)						
<i>Heribaudiella fluviatilis</i> (ARESCHOUG) SVEDELIUS	x					



Abb. 2: Quellbach bei Müngsten (Kerbtalbach im Grundgebirge), Fundort von *Audouinella hermannii*, *Hildenbrandia rivularis*, *Heribaudiella fluviatilis* (29.01.2001, F. SONNENBURG).



Abb. 3: Herbringhauser Bach (Kleiner Talauebach im Grundgebirge) in Wuppertal, Fundort von *Audouinella hermannii*, *Lemanea fluviatilis* (24.04.2014, F. SONNENBURG).



Abb. 4: Morsbach (Großer Talauebach im Grundgebirge) bei Wuppertal Sudberg, Fundort von *Audouinella hermannii*, *A. chalybea*, *Lemanea fluviatilis* (21.05.2004, F. SONNENBURG).



Abb. 5: Wupper (Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges), Reste eines Leitwehres bei Müngsten, Fundort von *Audouinella hermannii*, *Batrachospermum atrum*, *Lemanea fluviatilis*, *Hildenbrandia rivularis* (09.07.2010, F. SONNENBURG).

4.2 Artbezogene Ergebnisse

Struktur der nachfolgenden Artkapitel:

Kurzbeschreibung überwiegend anhand von Feldkennzeichen und makroskopischen Merkmalen. Diese Angaben ersetzen keine Fachliteratur zur Algendetermination. Details zu mikroskopischen Merkmalen und zu Stadien des komplizierten dreiphasigen Generationswechsels der Rotalgen sind in der aufgeführten Literatur nachzulesen.

Eigene Funde mit näheren Angaben zu den Funddaten. Lage erwähnter Gewässer siehe Abb. 1.

Standorteigenschaften: Angaben zu Fließgeschwindigkeit und Wuchssubstrat (sofern nicht anders angegeben aufgrund eigener Befunde).

Indikation: Bewertungskategorien für die hier betrachteten Fließgewässertypen nach SCHAUMBURG & al. (2012b: 94, hier: Phytobenthostyp ‚PB 03‘):

A: sensible Arten, charakteristisch für bestimmte Fließgewässertypen

B: weniger sensible Arten, Vorkommen nicht so eng begrenzt wie unter A

C: Störzeiger (Eutrophierung bzw. einen mäßigen bis unbefriedigenden saprobiellen Zustand anzeigend)

D: Störzeiger (sehr starke Eutrophierung, unbefriedigenden bis schlechten saprobiellen Zustand bzw. Schwermetallbelastung anzeigend).

Weitere Angaben nach GUTOWSKI & FOERSTER (2009b)

Es erfolgten keine chemisch-physikalischen Gewässeranalysen oder Gewässergütebestimmungen und kein Abgleich der Algenfunde mit gewässerspezifischen Messdaten aus anderen Quellen.

Fremddaten: Auswertung von Artnachweisen aus dem GÜS und aus der Literatur.

Bestandsveränderungen: Einschätzung für den Untersuchungszeitraum bzw. gegenüber älteren Literaturdaten.

Verwendete Abkürzungen:

GÜS = Gewässerüberwachungssystem (Monitoring durch LANUV NRW)

‘1’, ‘2’, ‘3’, ‘4’ = Häufigkeitsstufen (vgl. Tabelle 1)

Kreise, kreisfreie Städte: EN = Ennepe-Ruhr-Kreis, GL = Rheinisch-Bergischer Kreis,

GM = Oberbergischer Kreis, LEV = Leverkusen, RS = Remscheid, SG = Solingen,

W = Wuppertal.

Audouinella hermannii

Die Alge bildet bei konzentriertem Auftreten makroskopisch auffällige, rote, weiche Beläge, die sich aus zahlreichen bis 1,5 cm langen Büschelchen zusammensetzen (Abb. 7–12). Bei weniger verdichtetem Wuchs ist sie nur bei Betrachtung unter dem Binokular oder Mikroskop gut erkennbar.

Fundorte (vgl. Karte Abb. 39)

Bäche: Insgesamt konnten in sieben Bächen Nachweise erbracht werden (Häufigkeitsstufe 1 bis 4). Auf entnommenen Steinproben aus dem Dörperhofer Siefen (SG bei Müngsten) und dem Steinbach erfolgten unter dem Mikroskop Zufallsfunde von Einzelthalli (jeweils 2013 u. 2016). Dies lässt den Schluss zu, dass das Taxon in makroskopisch unauffälligen Mengen wesentlich stärker präsent sein dürfte als in Abb. 32 dargestellt. Im Reinshagener Bach (RS, bei Müngsten, 2014) bildete *Audouinella hermannii* auf inundierten Felsflächen dünne, aber auffällige rötliche Auflagen. Bereits vom Ufer aus erkennbare Thallusbüschel wurden im unteren Morsbach bei Engelskotten (2014, Häufigkeitsstufe 4) entdeckt. Weitere Nachweise erfolgten im Eschbach (2012), Herbringhauser Bach (2014) und Krankhauser Bergbach (Eschbach-Zufluss in GL, 2016).



Abb. 6 & 7: Klärwerksausfluss Burg, Fundort von *Audouinella hermannii*, *A. chalybea*, *Batrachospermum atrum* und *Lemanea fluviatilis*. Links: bei normaler Abflussmenge (07.09.2012). Rechts: bei Abfluss-Unterbrechung mit teilweise trocken gefallenem Algen- und Moosrasen (18.05.2015, F. SONNENBURG).

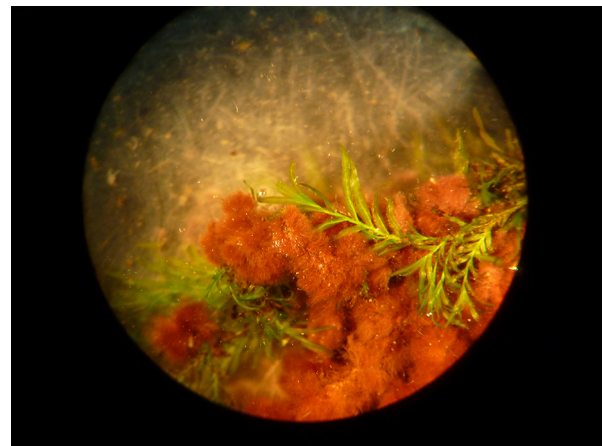
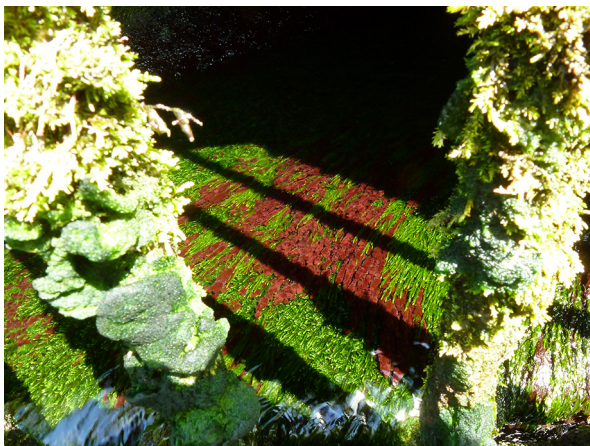


Abb. 8 & 9: *Audouinella hermannii*, rote Thallusbüschel in flachem Wasser, epiphytisch auf Moosen. Links: auf *Fontinalis antipyretica*. Blick durch das moos- und algenbewachsene Rechen aus Abb. 6 & 7. Normalerweise ist dieser Wuchsort unter einem Wasserschwall verborgen (18.05.2015). Rechts: Habitus, Trichombüschel epiphytisch auf *Octodicerias fontanum* (Probe aus der Wupper bei LEV-Imbach, Laboraufnahme in Wasserbad, 01.07.2014, F. SONNENBURG).

Wupper: Nachweise von *Audouinella hermannii* in der Wupper verteilen sich nahezu über den gesamten untersuchten Flussverlauf. In einigen Fällen handelte es sich um optisch auffällige, jedoch stets nur punktuelle Rasen, welche auch vom Ufer oder von Brücken aus ins Auge fielen. Ein Großteil der Nachweise bezieht sich auf kleine epiphytische Aufwüchse, die während der Kartierung oder nachträglich auf Herbarmaterial (Abb. 10 & 11) oder auf Belegen von *Lemanea* gefunden wurden. Der älteste eigene Nachweis (epiphytisch auf *Platyhypnidium riparioides*, Wupper bei Kemna) stammt aus dem Jahr 2003.

Einen Sonderfall stellt ein Vorkommen im Auslauf einer Kläranlage in Solingen dar (Abb. 6–8). Aus technischen Gründen wird der dort schwallartige Abfluss periodisch unterbrochen, sodass ein sonst unter weißer Gischt verborgener Moos- und Algenteppich sichtbar wird. Diese für die Erfassung günstige Situation wurde bei je einer Begehung im März 2014 und Mai 2015 angetroffen. Dabei fielen üppige, in diesem Fall besonders intensiv rot gefärbte Kolonien von *Audouinella hermannii* ins Auge (hier gemeinsam mit *A. chalybea*). Dieser Fundort ist nur in geringem Maße von Wupper-Wasser beeinflusst und wird hier nur aus Darstellungsgründen der Wupper zugeordnet.

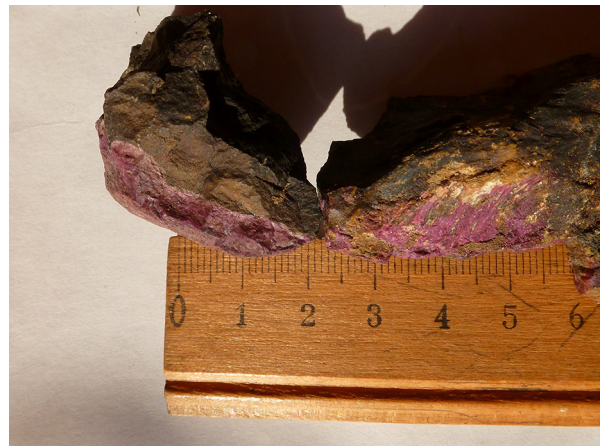


Abb. 10 & 11: *Audouinella hermannii*, Trockenbelege, erkennbar als violette oder weinrote Krusten. Links epiphytisch auf Herbarpflanzen des Mooses *Octodiceras fontanum* (Beleg: SG, Wupper bei Wiesenkotten, vom 03.07.2012, mit mm-Raster). Rechts: auf Silikatgestein (Beleg SG, Dörperhofer Siefen, vom 11.04.2016, mit Lineal) (F. SONNENBURG).

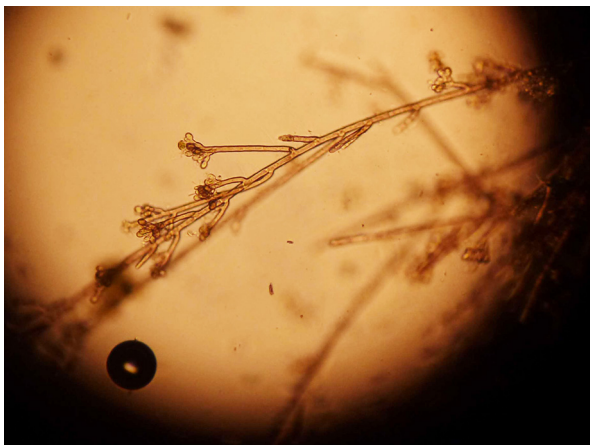


Abb. 12: *Audouinella hermannii*, Thallus mit Mono-sporangien auf kurzen Seitenzweigen (Beleg Wupper unterhalb Elbemündung, vom 10.05.2013, mikroskopisch, Hauptachsendurchmesser ca. 12 µm, F. SONNENBURG).

Fremddaten

GÜS

Bäche: Eschbach Zurmühle (2013: '3').

Wupper: oberhalb Schwelme (2016: '3'); Brücke Farbmühle (W, 2010 u. 2016: '3'); Pegel Glüder (2016: '3').

Ältere Literatur

ROYERS (1903): „*Chantransia violacea* KTZ. [...] auf Steinen im Marscheider Bache“.

KOLKWITZ (1911): „*Chantransia violacea* [...] Tentebach“ (heute Tenter Bach, ein Eschbach-zufluss), mit Farbzeichnung belegt.

C. violacea gilt heute als Synonym zu *A. hermannii*.

Standorteigenschaften

Audouinella hermannii wurde in allen untersuchten Fließgewässertypen einschließlich kleiner Quellsiefen, überwiegend in Gewässerabschnitten mit schnell fließender bis reißend-stürzender Strömung gefunden, oft epiphytisch auf Wassermoosen (*Fontinalis antipyretica*, *Octodicerus fontanum*, *Leptodictyum riparium*, *Platyhypnidium riparioides*), überproportional häufig auf der Rotalge *Lemanea fluviatilis* (Wupper, Herbringhauser Bach, vgl. Abb. 27), einmal auf der Rotalge *Batrachospermum atrum* (Wupper SG Horn, 21.5.2014); in den kleineren Bächen epilithisch auf Silikatgestein. In der Wupper wurden auch voll besonnte Oberflächen besiedelt, sofern sie von einer mehrere Zentimeter dicken Wasserschicht überdeckt waren.

Indikation: Bewertungskategorie B.

In weitgehend unbelasteten bis hin zu mäßig belasteten Gewässern.

Bestandsveränderungen

In den regelmäßig begangenen Wupperabschnitten zeigten makroskopisch auffällige Vorkommen starke jährliche Schwankungen. Über den gesamten Untersuchungszeitraum erfolgten regelmäßige Nachweise ohne erkennbare Bestandstrends.

Audouinella chalybea

Dieses Taxon ähnelt makroskopisch *Audouinella hermannii*, besitzt jedoch keine auffällige Rotfärbung (Abb. 13 & 14). Die rasenartig wachsenden, weichen Büschelchen sind stattdessen blau- oder graugrün bis bräunlich gefärbt. Daher sind sie im Gelände weit weniger leicht zu entdecken. Die Differenzierung von *A. pygmaea* oder Chantransia-Stadien erfolgt mikroskopisch.

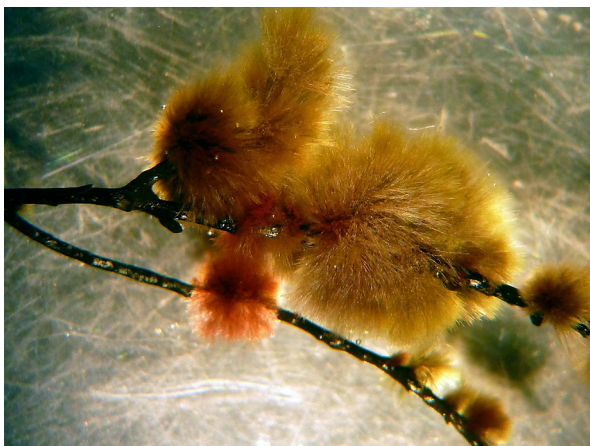


Abb. 13: *Audouinella chalybea*, Habitus, büschelige Thalli epiphytisch auf abgestorbenen Zweigen, unten links im Bild (rötlich) *Audouinella hermannii*, Laboraufnahme in Wasserbad, Frischprobe aus Klärwerksausfluss Burg (10.03.2014, F. SONNENBURG).

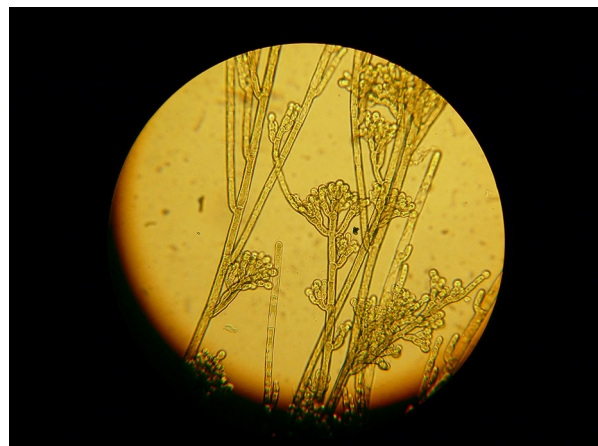


Abb. 14: *Audouinella chalybea*, Thallusstück mit Monosporangien auf kurzen Seitenzweigen, Frischprobe aus dem Morsbach, mikroskopisch, Hauptachsen-durchmesser ca. 10 µm (21.05.2014, F. SONNENBURG).

Fundorte (vgl. Karte Abb. 39)

Bäche: Ein einziger Fund in einem Abschnitt des Morsbaches unterhalb Engelskotten, wo *Audouinella chalybea* in großer Häufigkeit auftrat (stellenweise Häufigkeitsstufe 4, Mai 2014, Dez. 2016). Hier handelte es sich um ein syntopes Vorkommen mit *A. hermannii*.

Wupper: Im eigentlichen Wasserkörper der Wupper gelangen keine eigenen Nachweise, jedoch zeigte *Audouinella chalybea*, wiederum gemeinsam mit *A. hermannii*, makroskopisch auffällige Aufwüchse in dem oben beschriebenen Kläranlagenauslauf bei Burg (2014, 2015, Abb. 7) und somit an einem Fundort, der im Normalfall unter einem tosenden Wasserschwall verborgen ist.

Fremddaten**GÜS**

Wupper: oberhalb Herbringhauser B. (2016: '4'), Brücke Kohlfurth (2016: '3'), Pegel Glüder (2016: '3').

Ältere Literatur

KOLKWITZ (1911): „*Chantransia chalybea*“ [...] Borner Bach am Borner Wehr“, nach Lagebeschreibung offenbar Eschbach oberhalb der Talsperre. (Angabe plausibel, mangels Merkmalsbeschreibung möglicherweise zu verbuchen unter „*Audouinella spec.*“ oder „*Chantransia-Stadium*“).

Standorteigenschaften

Der Fund im Morsbach (Typ: ‚Großer Talauebach‘) erfolgte in einem schnell strömenden Abschnitt auf Steinen und Felsblöcken (Silikatgestein). Der Wuchsort im Kläranlagenauslauf ist ebenfalls durch eine zumeist reißende Strömung gekennzeichnet. Hier wuchsen die Thalli auf verholzten Pflanzenzweigen unbekannter Art. Die oben aufgeführten Nachweise aus dem GÜS deuten darauf hin, dass die lokalen Hauptvorkommen dieses Taxons in der Wupper zu suchen sein dürften.

Indikation: Bewertungskategorie B.

In weitgehend unbelasteten bis hin zu stark belasteten Gewässern.

Bestandsveränderungen

Die spärlichen Funddaten lassen keine gesicherten Aussagen über Bestandstrends zu. Die im Gelände unauffällige Alge dürfte stark unterkartiert sein.

Batrachospermum atrum

Die rötlichbraun gefärbten, bis zu 10 (15) cm langen Thalli bilden in der Strömung flutende „Bärte“ (Abb. 15, Abb. 17, Abb. 18). Im Gegensatz zu anderen Arten der Gattung sind die Thalli von *Batrachospermum atrum* nur von einer sehr dünnen, kaum ertastbaren Gallerthülle eingeschlossen. Ebenso fehlt der gattungstypische markant wirtelige Aufbau (vgl. *B. gelatinosum*). Die Wirtel sind zu knotig-wulstigen Verdickungen reduziert. Diese Struktur aus scheinbar ineinander geschachtelten Segmenten (Abb. 16) ist bereits mit einer Lupe erkennbar.

Fundorte (vgl. Karte Abb. 40)

Wupper: *Batrachospermum atrum* erwies sich als die häufigste Rotalge im Untersuchungsraum. Diese Art wurde nur im Solinger Abschnitt der Wupper nachgewiesen (vgl. auch SONNENBURG 2014). Der oberste Fundort in der Längszonierung befindet sich am Solinger Wupperufer ca. 350 m unterhalb der Einmündung des Burgholzbaehes (nördlichster Punkt in

Abb. 40). Die sich anschließende 3 km lange Flussstrecke wurde nur im Jahr 2012 begangen und blieb zunächst ohne Nachweis (siehe aber GÜS-Daten aus 2016). Erst unmittelbar unterhalb der Kläranlage Kohlfurth erfolgten weitere eigene Funde. Hier tritt *B. atrum* in großer Häufigkeit auf und erreicht stellenweise Grundbedeckungen bis 40 % über die gesamte Flussbreite (Häufigkeitsstufe 5). In diesen Bereichen erwies sich *B. atrum* als die optisch markanteste Wasserpflanze, gemeinsam mit dem Moos *Octodicerias fontanum*. Mit einigen Unterbrechungen erstrecken sich die besonders auffälligen Bestände der Rotalge weiter stromabwärts bis unterhalb Müngsten und von dort weiter bis Burg und somit insgesamt über mehr als 6 km. Auch unmittelbar unterhalb des bekannten Ausflugsziels Müngstener Brücke werden punktuell Grundbedeckungen >30 % erreicht. Weiter flussabwärts dünnen die Vorkommen allmählich aus. Der am tiefsten gelegene Fundpunkt liegt nahe der Mündung des Nacker Baches (GL, Leichlingen, westlichster Punkt in Abb. 40). Insgesamt ist somit ein mindestens 24 km langer Abschnitt der Wupper mehr oder weniger kontinuierlich besiedelt. Auffällig ist dabei das abrupte massive Auftreten in der Längszonierung mit anschließendem allmählichem Auslichten der Bestände.

Die oben erwähnten hohen Abundanzen werden bereits im Mai erreicht und fallen mindestens bis in den Spätsommer hinein ins Auge. Im Sommer kommt es zu einer auffälligen Drift abgerissener Fragmente in der fließenden Welle. Zwischen Müngsten und Burg können dann pro Sekunde bis zu zwei gut sichtbare, schwimmende Treibsel gezählt werden (z. B. ca. 120 Treibsel/min am 02.07.2015 am Wiesenkotten oberhalb Burg).



Abb. 15: *Batrachospermum atrum*, epilithisch auf Steinen; flutender bärtiger Algenrasen aus zahlreichen Thalli, Gesamtlänge ca. 30 cm (Wupper oberhalb Müngsten, 07.06.2013, F. SONNENBURG).

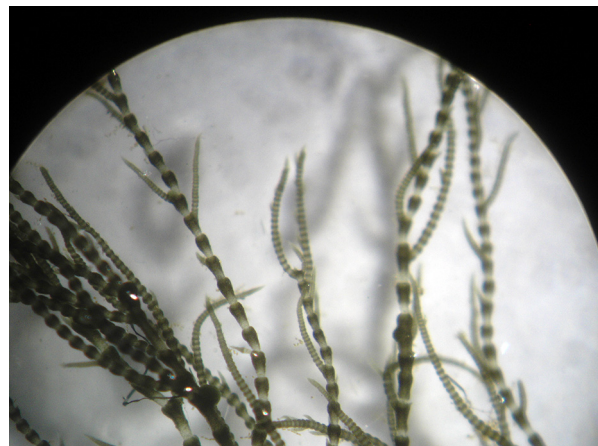


Abb. 16: *Batrachospermum atrum*, verzweigter Thallus. Die für die Gattung typischen Wirtel sind bei dieser Art zu knotigen Verdickungen reduziert (Durchmesser ca. 100 µm) (Beleg Wupper bei Kohlfurth, 26.07.2012, F. SONNENBURG).

Fremddaten

GÜS

Wupper: Kohlfurthener Brücke (2016: '4'), Müngstener Brücke (2006 & 2013: '3'; 2016: '4'), Pegel Glüder (2016: '4'), unterhalb Wupperhof (2016: '3').

Standorteigenschaften

Batrachospermum atrum wächst in der Wupper vornehmlich epilithisch auf Steinen, Blöcken und Fels in Bereichen mit geringer bis sehr hoher Fließgeschwindigkeit. Häufig wurde epiphytisches Wachstum auf Wassermoosen (*Octodicerias fontanum*, *Fontinalis antipyretica*) beobachtet. Bei Vorkommen auf Steinen lässt sich jedoch oft schwer erkennen, ob die Algen auf dem Festsubstrat oder auf den dort siedelnden Moosen haften. Im schwallartigen Ausfluss der Kläranlage Burg (Abb. 6 & 7) wurde *B. atrum* mit Häufigkeitsstufe 1 im

Wassermoosrasen gefunden. Mehrfach wurden Thalli auf frei erodierten, im Wasser flutenden Wurzelmatte von Baumweiden (*Salix fragilis*, vgl. Abb. 18) sowie einmal auf Erlenwurzeln (*Alnus glutinosa*, SG Wipperkotten, Juni 2018) beobachtet. Einzelfunde belegen auch Totholz oder Autoreifen als Haftsubstrat (bei Müngsten, Juli 2013).

Das Hauptvorkommen der Rotalgenart wurde in einem eher stärker belasteten Abschnitt der Wupper lokalisiert, wo das bei VAN DE WEYER & al. (2017) als Störzeiger eingestufte Wassermoos *Octodicerias fontanum* ähnlich hohe Deckungsgrade erreichte wie *Batrachospermum atrum* (SONNENBURG 2014).

Indikation: Bewertungskategorie B.

In weitgehend unbelasteten bis hin zu mäßig belasteten Gewässern, alkaliphil.



Abb. 17: *Batrachospermum atrum* auf Gestein zwischen dem Wassermoos *Octodicerias fontanum*. Länge der Algenbüschel ca. 10 cm (SG, Wupper bei Wiesenkotten, 05.07.2012, F. SONNENBURG).



Abb. 18: *Batrachospermum atrum*, epiphytischer Wuchs auf im Wasser flutenden Wurzeln von Baumweiden (*Salix fragilis*) (SG, Wupper unterhalb Nacker Bach, 28.5.2015, F. SONNENBURG)

Bestandsveränderungen

Der erste dokumentierte Nachweis datiert aus dem Jahr 2006 im Rahmen des GÜS. Er betrifft den Bereich der heutigen Kernvorkommen bei Müngsten (Häufigkeitsstufe 3). Ohne Kenntnis dieses Fundes erfolgte die erste Registrierung durch den Verfasser im Sommer 2008, ebenfalls für das Umfeld der Müngstener Brücke. In den Jahren zuvor wurde im Gelände nicht hinreichend genau auf benthische Algen geachtet, sodass ungeklärt bleibt, seit wann *Batrachospermum atrum* in der Wupper etabliert ist. Nach einer inzwischen erfolgten umfassenden Auswertung von eigenen Feldnotizen und Geländefotos scheinen sich die oben beschriebenen optisch auffälligen Massenbestände bei Müngsten (vgl. Abb. 19) erst nach 2009 entwickelt zu haben.

Der Bereich unterhalb der Kläranlage Kohlfurth wurde 2012 erstmals begangen. Die dort lokalisierten besonders üppigen Aufwüchse konnten auch in den Folgejahren bestätigt werden (letzte Begehung im Mai 2019 bei offenbar unveränderter Ausdehnung). Im Rahmen des GÜS wurde im Monitoringabschnitt an der Müngstener Brücke von 2006 bis 2016 eine geringfügige Zunahme um eine Häufigkeitsstufe registriert (s. o.). Im weiteren Wupperverlauf deuten eigene Begehungen (zuletzt 2019) auf ein moderates, aber erkennbares Anwachsen der Vorkommen gegenüber der bei SONNENBURG (2014) beschriebenen Situation. Die Fließstrecke unterhalb des untersten Fundpunktes wurde seit 2013 nur noch punktuell kontrolliert. Daher kann nicht abschließend beurteilt werden, ob eine weitere Ausbreitung flussabwärts erfolgt ist.



Abb. 19: Wupper unterhalb der Müngstener Brücke. In diesem Abschnitt dominiert *Batrachospermum atrum* (dunkle, bräunliche Flecken auf der Gewässersohle) mit einer Grundbedeckung von >30 % die Submersvegetation (19.07.2017, F. SONNENBURG).

Ergänzende Angaben zu *Batrachospermum atrum*

Die landesweit nur geringe Nachweisdichte von *Batrachospermum atrum* und die Bedeutung des Vorkommens in der Wupper in phycologisch-floristischer Hinsicht wurde bereits bei SONNENBURG (2014) erwähnt und diskutiert. In Ergänzung dazu sind im ELWAS-Web NRW heute landesweit vier Fundorte außerhalb der Wupper in Probestellen des GÜS hinterlegt. Die dort aufgeführten Nachweise bewegen sich in den Häufigkeitsstufen 1–3, in einem Fall in der Häufigkeitsstufe 4.

Für das Bergische Land (westlicher Teil der Großlandschaft Süderbergland) sind dem Verfasser außerhalb des hier betrachteten Untersuchungsgebietes keine weiteren Funde bekannt. Die Einschätzung, dass die Wupper für dieses Taxon offenbar das bedeutendste Vorkommen innerhalb Nordrhein-Westfalens beherbergt, hat somit weiterhin Bestand. Auch bundesweit ist *Batrachospermum atrum* nach wie vor als „sehr selten“ und mit der Gefährdungskategorie „Gefährdung unbekanntem Ausmaßes“ eingestuft (FOERSTER & al. 2018).

***Batrachospermum gelatinosum* (einschließlich *Batrachospermum spec.*)**

Der häufigste Vertreter der sogenannten Froschlaichalgen bildet wie die vorige Art mit bloßem Auge oft gut erkennbare, bis über 10 cm lange, verzweigte Thalli mit büscheligem Wuchs und zeichnet sich durch eine gelatinöse, krötenlaichartige Konsistenz aus (Abb. 20 & 21). Die Farbe variiert zwischen verschiedenen Oliv-, Braun- und Violett-Tönen und fällt oftmals heller aus als in Abb. 21 dargestellt. Anders als bei *Batrachospermum atrum* ist schon mit einer schwachen Lupe ein perlchnurartiger Aufbau erkennbar, der von unzähligen

wirteligen Seitentrieben entlang der Zentralachse gebildet wird. Die oft zahlreichen kleinen Karposporophyten sind unter dem Binokular oder Mikroskop erkennbar (Abb. 22). Eine genaue Artdiagnose innerhalb der bestimmungskritischen Gattung *Batrachospermum* erfolgt anhand mikroskopischer Merkmale.



Abb. 20: *Batrachospermum gelatinosum* im Quellbach, Habitat-Aspekt mit der Alge im Vordergrund (Lehmkuhler Siefen, 20.06.2014, F. SONNENBURG).



Abb. 21: *Batrachospermum gelatinosum*, Habitusaufnahme (Lehmkuhler Siefen, mit Blitzlicht, 20.06.2014, F. SONNENBURG).



Abb. 22: *Batrachospermum gelatinosum*, Habitus in Petrischale, Beleg aus Zulauf Lohbach (29.05.2015, F. SONNENBURG).

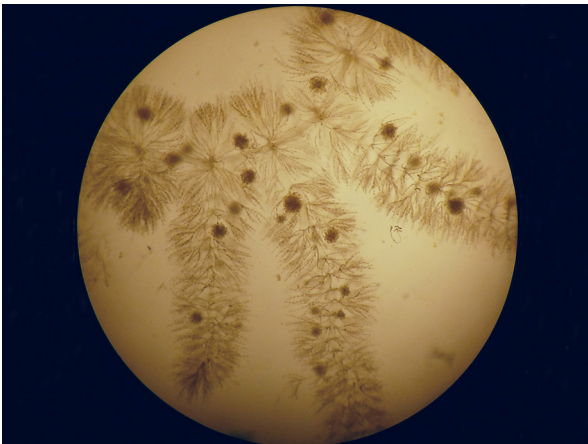


Abb. 23: *Batrachospermum gelatinosum*. Thallusstücke mit kugelförmigen Karposporophyten, Beleg aus Zufluss Herbringhauser Bach (24.04.2014, F. SONNENBURG).



Abb. 24: *Batrachospermum gelatinosum*, Thallusstücke mit kugelförmigen Karposporophyten, Beleg aus Hasenberger Siefen (12.06.2013, F. SONNENBURG).

Fundorte (vgl. Karte Abb. 40)

Bäche: *Batrachospermum gelatinosum* wurde vom Verfasser ausschließlich in kleinen Bächen oder in Quellen und dort an insgesamt 16 Orten nachgewiesen (Abb. 40). Anders als bei *B. atrum* handelte es sich stets um kleinere Vorkommen, deren Thallusbüschel in den meisten Fällen noch einzeln zählbar blieben. Nachweise größerer Bestände mit mehr als 20 „Bärten“ gelangen in kleinen Zuflüssen des Marscheider Baches (Juni 2014), des Herbringerhauser Baches (April 2014 & 2015), des Lohbachs (Mai 2015) und der Dörpe (April 2020) sowie im oberen Hasenberger Siepen (Zufluss Panzer Bach, April 2014). Die meisten übrigen Funde betreffen Kleinstvorkommen, so etwa an zwei Eschbachzuflüssen (Beek am Grenzwall, Juni 2015 und Daffegraben, GL, Mai 2016), einer Nebenquelle im Grunder Bachtal (z. B. Juni 2016), im Untenholzer Bach (April 2016) sowie in der oberen Schwelme (April 2020).

Von einzelnen Standorten wurde kein Probenmaterial für eine mikroskopische Artdiagnose entnommen. Diese werden hier als *Batrachospermum spec.* aufgeführt, wobei es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls um *B. gelatinosum* handelte. Dies betrifft je einen kleinen Zufluss des Sengbachs (2003), des Grunder Baches (2005), des Feldbachs (2020) und des Panzer Baches (2007).

Fremddaten

Jüngere Literatur

Die hier aufgeführten Angaben beziehen sich auf nicht näher bestimmte Froschlaichalgen (*Batrachospermum spec.*):

TARA (1990, Fundorte siehe auch Abb. 40): Hahlescheider Bach (SG, Zufluss Untenholzer Bach) Mai 1989 „*Batrachospermum spec.*“ angegeben für den Quellbereich und den weiteren Verlauf des Quellbaches. Ein Großteil der Vorkommen wurde bereits zum damaligen Zeitpunkt durch den Bau einer Stauanlage zerstört. Eigene Nachkontrolle April 2016: negativ.

Höllensiepen (Wupperzufluss bei Dahlerau), in zwei Nebenquellen. Eigene Nachkontrolle Mai 2015: negativ. Der Bach ist heute durch Wildschweinsuhlen verschlammt und erscheint als Rotalgenhabitat nicht mehr geeignet.

LERCH-SCHÜLLER (1980: 37, nicht in Abb. 40): Dörperhofer Siefen (bei Müngsten): „im ersten Bachlauf unterhalb der Müngstener Brücke, 1964“ und Quellrinnsale zwischen Strohn und Burg, linke Wupperseite (Wupperzuflüsse in Burg). Die beiden Fundangaben finden sich mit ähnlicher Ortsbeschreibung auch bei WOIKE (1989: 70).

Sengbach: „Ablauf der Sengbachtalsperre“.

Wipperaue (SG, südwestl. Widdert): „Bächlein in der Wipperaue bei Solingen, rechts vom Wirtshaus Friedrichsaue“.

Zudem erwähnt WOIKE (1989: 70) ein Vorkommen „bei Fähr“ (südwestlich Widdert).

Ältere Literatur

ROYERS (1903): „*Batrachospermum radians* SIR. ...auf Steinen des Eschbaches bei Remscheid.“ „*Batrachospermum corbula* SIR. ...in einem Wasserlaufe neben dem Remscheider Wasserwerke. 13. Mai.“ (Eschbachtal). Die beiden Taxa sind heute mit *B. gelatinosum* synonymisiert. ROYERS (1903) erwähnt unter der Gattung *Batrachospermum* zudem Einzelnachweise von „*B. anatinum* SIR.“ (= *B. anatinum* SIRODOT 1884, für das Feldbachtal), „*B. crouanianum* SIR.“ (in einem Eschbach-Zufluss) und „*B. helminthosum* SIR.“ (Marscheider Bach, Dörpe bei Born). Die beiden letztgenannten Taxa sind heute mit *B. confusum* (BORY) HASSALL synonymisiert.

Standorteigenschaften

Batrachospermum gelatinosum wurde nur in kleinen Kerbtalbüchen und Quellen in Wäldern nachgewiesen, in weitgehend unbelasteten Gewässern mit geringer Fließgeschwindigkeit. Oft traten die Algen in Gesellschaft des ebenfalls krenal bis rhithral auftretenden Moooses *Chiloscyphus polyanthos* auf. Zumeist hafteten die Thalli an kleinen Steinen, einmal auf anstehendem Silikatkfels (Daffegraben) und in einem Fall auf einer kompakten Laubschicht (Zufluss Herbringhauser Bach). Im Frühjahr 2020 gelangen Nachweise in insgesamt fünf Quellrinnsalen, die in den vorgeschalteten Dürresommern 2018 und 2019 über mehrere Wochen kein Wasser führten.

Indikation: Bewertungskategorie B.

In weitgehend unbelasteten bis hin zu mäßig belasteten Gewässern.

Bestandsveränderungen

Die in der Literatur angegebenen Fundorte von Froschlaichalgen wurden durch den Verfasser größtenteils erneut überprüft, blieben jedoch ohne aktuelle Nachweise. Die bei WOIKE (1989) aufgeführten Vorkommen waren der Formulierung nach offenbar schon zum Zeitpunkt der Publikation nicht mehr erneut bestätigt.

Eine Abschätzung von aktuellen Bestandstrends wird durch das oft intermittierende Auftreten der Thalli erschwert. Beispielsweise verliefen Nachkontrollen an der oben erwähnten Nebenquelle des Grunder Baches im Frühjahr 2011 und 2012 negativ, während 2016 wieder ein Nachweis erfolgte. Hinweise und Literaturangaben bezüglich der Unbeständigkeit von *Batrachospermum*-Vorkommen finden sich auch bei KNAPPE & HUTH (2014: 15). Offenbar verharren viele Vorkommen über unbestimmte Zeiträume unentdeckt in unscheinbaren Überdauerungsstadien. Zudem zeigen die Thalli von *B. gelatinosum* offenbar stärkere phänologische Schwankungen und lassen sich am ehesten im Frühjahr nachweisen. Aus dem unsteten Auftreten der Froschlaichalge lassen sich zugleich besonders hohe Nachweisdefizite schlussfolgern, zumal die meisten geeignet erscheinenden Quellbüche nur ein einziges Mal vom Verfasser abgesucht worden sind.

Im Oberlauf des Hasenberger Siepens wurde nach den zufälligen Positivnachweisen anschließend dreimal (2015, 2019, zuletzt 2020) vergeblich nach *Batrachospermum* gesucht. Im Bereich der Hauptquelle des Grunder Baches (*B. spec.*) war beabsichtigt, eine Beprobung für eine nachträgliche Diagnose auf Artniveau vorzunehmen. Hierzu erfolgten in den Jahren 2012 bis 2016 jährlich Nachkontrollen, jedoch ohne erneute Funde von Froschlaichalgen. In diesen Fällen besteht der Verdacht auf ein tatsächliches Erlöschen der betreffenden Vorkommen, ohne dass sichtbare Veränderungen der Standorte festgestellt wurden.

Lemanea fluviatilis

(einschließlich *Lemanea spec.*)

„Borstenrotalgen“ (*Lemanea*, *Paralemanea*) bilden optisch auffällige Büschel aus schlauchförmigen, relativ starren, scheinbar verholzten Thallusfäden, die durch knotige Verdickungen regelmäßig gegliedert sind. Die Fäden sind bei *L. fluviatilis* olivgrün bis dunkelbraun gefärbt, weitgehend unverzweigt und bis ca. 20 cm lang (Abb. 25 & 26). An der Basis sind sie stufig vom dünneren, diploiden Stiel abgesetzt (Abb. 28).

An den vom Verfasser kontrollierten Standorten ließen sich alle beprobten Borstenrotalgen als *Lemanea fluviatilis* ansprechen, ohne Anfangsverdacht auf Vorkommen weiterer Geschwisterarten. Vereinzelte Funddaten auf Gattungsebene (*Lemanea spec.*) unter den Fremddaten sind mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit *L. fluviatilis* zuzuordnen.



Abb. 25: *Lemanea fluviatilis*, Thallusbüschel auf Silikatgestein im Habitat (Herbringhauser Bach, 24.04.2014, F. SONNENBURG).



Abb. 26: *Lemanea fluviatilis*, üppiger Aufwuchs auf einem aus der Wupper entnommenen überströmten Felsblock (Wuppertal bei Blombach, 19.07.2013, F. SONNENBURG).

Fundorte (vgl. Karte Abb. 41)

Bäche: *Lemanea fluviatilis* wurde in insgesamt sechs Bächen im Raum Wuppertal und Remscheid nachgewiesen. Im nahezu komplett begangenen Herbringhauser Bach erwiesen sich unterhalb der Talsperre längere Fließstrecken als besiedelt (2014, 2020). Im ähnlich strukturierten Marscheider Bach gelangen hingegen nur punktuelle Nachweise. Größere Vorkommen (Häufigkeitsstufe 4) existieren im unteren Morsbach (einschließlich Unterlauf Gelpe) und im Eschbach, wobei diese beiden Bäche nur partiell untersucht wurden. Im Burgholzbach wurden nur in einem Sohlabsturz im Unterlauf zahlreiche Thalli von *L. fluviatilis* gefunden (April 2013). In der stark durch Feinsedimente belasteten Dörpe im Osten Remschilds wurden nur an zwei Stellen kleine Vorkommen entdeckt.



Abb. 27: *Lemanea fluviatilis* mit epiphytischem Bewuchs von *Audouinella hermannii*, Laboraufnahme in Wasser (Frischprobe aus der Wupper bei Müngsten, 09.06.2013, F. SONNENBURG).

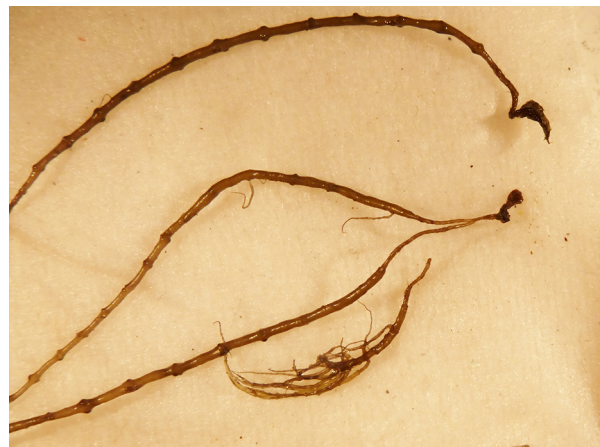


Abb. 28: *Lemanea fluviatilis*, Thallusfäden; die drei unteren mit typischem Habitus und stufiger basaler Verjüngung (Frischprobe aus dem Burgholzbach, 30.04.2013, F. SONNENBURG).

Wupper: Die Wupper weist heute im gesamten untersuchten Wuppertaler Verlauf oberhalb Solingens stete Vorkommen von *Lemanea fluviatilis* auf (zumeist Häufigkeit 4). Hohe Deckungsgrade wurden im Abschnitt zwischen Herbringhauser und Marscheider Bach sowie bei Blombach festgestellt.

In der besonders intensiv untersuchten Solinger Fließstrecke gelangen über viele Jahre verteilt zerstreute Einzelnachweise von jeweils nur wenigen Exemplaren. Diese erwiesen

sich als stark alternierend. So waren bspw. auf dem Wehrfragment oberhalb Müngsten oder auf dem Scheitel des Stauwehres in Unterburg nur in mehrjährigen Abständen einzelne Thalli deutlich sichtbar. Auch im dortigen Kläranlagenauslauf (vgl. Abb. 6) wurde ein einzelnes Exemplar gefunden (Mai 2015).

Der unterste Fundort im hier betrachteten Wupperverlauf liegt am ehemaligen Leitwehr des Friedrichstaler Kottens (südl. Widdert, Aug. 2011). *Lemanea fluviatilis* besiedelt jedoch nachweislich auch den mündungsnahen Unterlauf der Wupper. Während einer stichprobenartigen Uferbegehung bei Gut Reuschenberg (LEV-Bürrig, außerhalb des Untersuchungsgebietes) fand der Verfasser im Juni 2018 einzelne Thalli unterhalb der dortigen Eisenbahnbrücke. Dieser Bereich liegt bereits in der Niederrheinischen Bucht. Für diese Großlandschaft galt das Taxon zuvor als „nicht nachgewiesen“ (FRIEDRICH & al. 2011).

Fremddaten

GÜS

Bäche: Eschbach oberhalb alter Mündung (2016: '3').

Wupper: oberhalb Herbringhauser Bach (2013: '4', 2010 und 2013 L. spec.: '3'), oberhalb Schwelme (2016: '3'), Brücke Farbmühle (W, 2016, '3', 2010 L. spec.: '3'), unterhalb Fa. Bayer (W, 2013: L. spec.: '2').

Jüngere Literatur

VAN DE WEYER (2005): W, Wupper in Oberbarmen „L. spec.: 12.08.2004 einzelne Thalli“ (am selben Fundort *L. fluviatilis* noch aktuell vorkommend). G. WEBER (pers. Mitt. 12.3.2014) fand bei gewässerbiologischen Untersuchungen *Lemanea spec.* an mehreren Stellen in der Wupper oberhalb der Wuppertaler Innenstadt.

Ältere Literatur

ROYERS (1903): „*Lemanea fluviatilis* AG. ...im Dörpebache bei Born. 14. April“

KOLKWITZ (1911): „*Lemanea fluviatilis*“ ...Tentebach“ (heute Tenter Bach, Eschbachzufluss)

Standorteigenschaften

Lemanea fluviatilis besiedelt im Untersuchungsgebiet nur ganzjährig wasserführende Fließgewässer ab einer gewissen Größe (Kleiner Talauebach oder größer) und wurde überwiegend in Bereichen mit starker bis reißender Strömung gefunden. Vor allem in den Bächen fallen bei sinkenden Wasserständen die teilweise frei liegenden Thalli besonders auf (Abb. 25). Als Haftsubstrat wurden in den meisten Fällen Steine und Felsblöcke festgestellt. In einem Fall wurden junge Fäden auf einer überströmten Weichgummimatte gefunden (Abb. 29).

Indikation: Bewertungskategorie A.

In weitgehend unbelasteten bis hin zu mäßig belasteten Gewässern.

Bestandsveränderungen

Im regelmäßig aufgesuchten Unterlauf des Morsbaches wurde seit 2015 eine deutliche Bestandszunahme von *Lemanea*-Thalli registriert. Die zuvor extrem strukturarme und bzgl. Wasserpflanzen verödete Wupper im innerstädtischen Abschnitt zwischen der Einmündung der Schwelme und Wuppertal-Sonnborn wurde in den letzten Jahren über weite Strecken durch Einbau von „Störsteinen“ und sonstigen strukturverbessernden Maßnahmen teilrenaturiert (Abb. 30). Die damit verbundene Erhöhung der Strömungsdiversität hatte eine abrupte Etablierung und Bestandszunahme von *L. fluviatilis* zur Folge. Für einen 2 km langen Abschnitt unterhalb Sonnborn konnte die Ansiedlung nach Mehrfachbegehungen auf den Zeitraum zwischen 2010 und 2013 datiert werden. An den übrigen genannten Fundorten sind keine signifikanten Bestandstrends registriert worden.



Abb. 29: *Lemanea fluviatilis*, junge Thalli auf einer Gummimatte aus der Wupper (Wuppertal-Loh, 08.06.2017, F. SONNENBURG).



Abb. 30: *Lemanea fluviatilis*, ökologisch umgestalteter Wupperabschnitt unterhalb der Wuppertaler Schwebebahn am Bahnhof Oberbarmen mit heutigen Vorkommen der Art in Häufigkeitsstufe 4 (18.07.2017, F. SONNENBURG).

Chantransia-Stadien

Innerhalb des dreiphasigen Generationswechsels der Rotalgen entwickelt bei einigen Arten der diploide Vorkeim ein sogenanntes Chantransia-Stadium, aus dem der makroskopisch wesentlich auffälligere (haploide) Thallus aufwächst. Unter den hier behandelten Taxa betrifft dies die Vertreter der Gattungen *Lemanea* und *Batrachospermum*. Die sehr ausdauernden Chantransia-Stadien der beteiligten Gattungen sehen identisch aus und treten in verschiedenen Farbtönen auf. Sie unterscheiden sich nur in mikroskopischen Merkmalen von *Audouinella*-Arten (s. hierzu GUTOWSKI & FOERSTER 2009a, b).

Fundorte (vgl. Karte Abb. 41)

Da sich die eigenen Erhebungen auf makroskopisch auffällige Arten bzw. Entwicklungsstadien beschränkten, erfolgten nur wenige Zufallsnachweise.

Bäche: SG, Halfeshofer Bach, Mai 2016 ('3'); Nacker Bach, Mai 2016 ('3'), Krankhauser Bergbach (GL, '1').

Fremddaten

GÜS

Bäche: Eschbach Zur Mühle (2013: '3', 2010: '1'), Leyerbach bei Goldenberg (2010: '1'), Morsbach unterhalb Brucher Kotten (2010: '1'), Schwelme unterhalb KA Schwelm (2006: '1').

Wupper: oberhalb Herbringhauser Bach (2010 und 2006: '1', 2013: '3'), Brücke Farbmühle (W, 2010: '1'), unterhalb Fa. Bayer (W, 2013: '2', 2010: '1'), Kohlfurther Brücke (2016: '3'), Müngstener Brücke (2016: '3', 2013: '1', 2010: '2').

Standorteigenschaften

Die Nachweise erfolgten an Fließgewässern unterschiedlicher Größe. Besondere Beachtung verdienen Nachweise von Chantransia-Stadien außerhalb bekannter Fundorte von *Lemanea* und *Batrachospermum*, so etwa am Halfeshofer Bach, Nacker Bach und Leyerbach. Möglicherweise führten zum Zeitpunkt des Nachweises suboptimale Wuchsbedingungen (z. B. stoffliche Belastungen) zu einer Stagnation im Entwicklungszyklus. An den betreffenden Stellen sollte erneut nach Borstenrotalgen bzw. Froschlaichalgen gesucht werden.

Indikation: Bewertungskategorie C. Chantransia-Stadien gehen nicht in die Bewertung ein, wenn am Standort Arten der Gattungen *Batrachospermum*, *Lemanea*, *Paralemanea* oder *Thorea* mit Häufigkeit 3, 4 oder 5 nachgewiesen werden (SCHAUMBERG & al. 2012: 92). Weite ökologische Amplitude, auch im Hinblick auf die Gewässerbelastung.

Hildenbrandia rivularis

Die sogenannte Krustenrotalge zeigt eine völlig andere Wuchsform als die zuvor beschriebenen Taxa. Sie bildet intensiv rot gefärbte rundliche Flecken auf steinigen Oberflächen, die zu flächenhaften Krusten zusammenwachsen können (Abb. 31–33). Diese setzen sich mikroskopisch aus unzähligen Zellsäulen zusammen, welche ein dichtgedrängtes Pseudoparenchym bilden (Abb. 34 & 35). Die im Gelände meistens gut erkennbare Alge wächst oft an eher schattigen Stellen. Im Schein einer Taschenlampe oder auf Blitzlichtfotos zeigt sie oftmals eine höhere Farbintensität als etwaige mineralisch bedingte Rotfärbungen des Gesteins.



Abb. 31: *Hildenbrandia rivularis* in einem Quellsiefen. Die roten Krusten sind im Strahl einer Lampe oder, wie hier, mit Blitzlicht besonders farbintensiv (SG, Buschpötter Bach, 02.09.2013, F. SONNENBURG).



Abb. 32: *Hildenbrandia rivularis* in einer Bachrinne auf anstehendem Silikatgestein (SG, Vormeiswinkeler Bach (04.05.2012, F. SONNENBURG).



Abb. 33: *Hildenbrandia rivularis*, Krusten auf Plastikmüll aus der Wupper (unterhalb Nacker Bach, 26.05.2015, F. SONNENBURG).

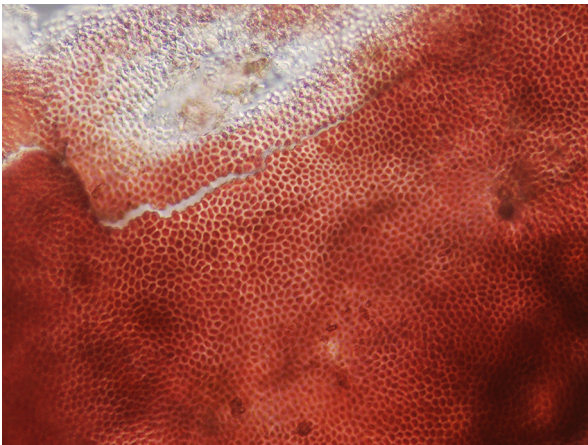


Abb. 34: *Hildenbrandia rivularis*, mikroskopische Ansicht, Aufsicht im Durchlicht, Zelldurchmesser ca. 7 μm (Frischprobe aus SG, Dörperhofer Bach, 20.04.2013, Präparation und Foto: M. RAUCH).

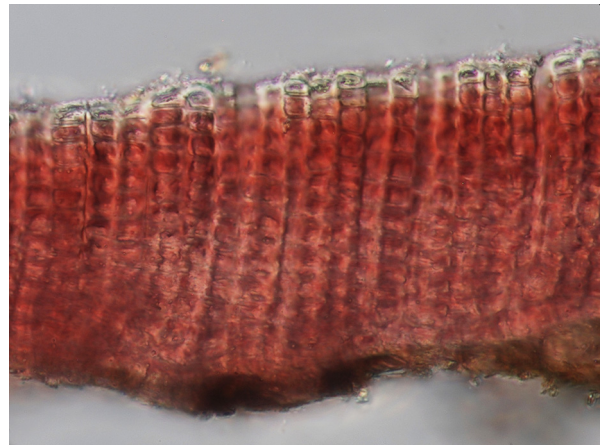


Abb. 35: *Hildenbrandia rivularis*, mikroskopischer Querschnitt, Zelldurchmesser ca. 7 μm (Frischprobe aus SG, Dörperhofer Bach, 20.04.2013, Präparation und Foto: M. RAUCH).

Fundorte (vgl. Karte Abb. 42)

Bäche

Hildenbrandia rivularis wurde fast ausschließlich in Wupperzuflüssen nachgewiesen, die unterhalb der Wuppertaler Innenstadt münden. Hier gelangen Nachweise in mehr als 20 Bächen, beginnend im Steinbach bis zum unteren Weinsberger Bach. Große Vorkommen existieren auf Solinger Seite im Untenholzer Bach (2014), Halfeshofer Bach (2016), Dörperhofer Bach und Dörperhofer Siefen (2013), Buschpötter Bach sowie auf Leichlinger Seite (GL) im Herzbach und seinen Zuflüssen (2013). In anderen Bächen gelangen nur einzelne (z. B. Burgholzbach und Herichhauser Bach, 2013) oder gar keine Funde (Kaltenbach bei Kohlfurth, 2013, Bertramsmühler Bach, 2014), obwohl sie sich äußerlich über weite Strecken nicht von gut besiedelten benachbarten Bächen unterscheiden. Außerdem erfolgten einzelne Nachweise in den Eschbach-Zuflüssen Stöckenberger Bach (2019) und Sellscheider Bach (GL, 2016).

Wupper

Die heutigen Hauptvorkommen von *Hildenbrandia rivularis* befinden sich in der Wupper. Auch dort liegt der Schwerpunkt der Nachweise in der Westhälfte des Untersuchungsraumes. Aus dem Abschnitt oberhalb Sonnborn liegen bislang erst wenige Einzelnachweise

vor (höchstgelegener Punkt bei Blombach oberhalb Barmen, 2013). Eine Häufung der Fundorte ist in einem 2 km langen, gut untersuchten Bereich unterhalb Wuppertal-Sonnborn zu erkennen (2019). Aus dem nachgeschalteten, selten begangenen und daher sicherlich unterkartierten Abschnitt bis unterhalb Kohlfurth liegen nur wenige Nachweise vor. Weiter stromabwärts ist eine deutliche Häufung zwischen Müngsten und Burg zu erkennen. Südlich Solingen gelangen bei stichprobenhaften Begehungen in den letzten Jahren immer wieder neue Funde. Hier ist ebenfalls von einer annähernd lückenlosen Besiedlung auszugehen. Auch im Unterlauf der Wupper bis in den mündungsnahen Bereich unterhalb Gut Reuschenberg (LEV-Bürrig, außerhalb des Untersuchungsgebietes) sind zahlreiche Fundpunkte dokumentiert (pers. Mitt. B. SONNTAG 2013 und eigene Begehung 2018).

Der Deckungsgrad bleibt in der Wupper in den meisten Fällen bei <5 %, über die gesamte Gewässerbreite betrachtet. Kleinflächig wurden mehrfach Grundbedeckungen bis zu 10 % protokolliert (z. B. bei Solingen-Balkhausen).

Fremddaten

GÜS

Wupper: unterhalb Fa. Bayer (2010 und 2016: '2', 2013: '3'), Kohlfurth Brücke (2016: '2'), Müngstener Brücke (2013 und 2016: '3'), Pegel Glüder (2016: '3'), unterhalb Wupperhof (2016: '3').

Jüngere Literatur

WOIKE (1989: 69) erwähnt Funde in mehreren auch heute noch besiedelten Bachrinnen auf der rechten Wupperseite zwischen Müngsten und Wiesenkotten sowie am Wupperhang zwischen Friedrichstal und Fähr (südl. Widdert) und „östl. Strohn“ (unterhalb Burg).

Ältere Literatur

ROYERS (1903) führt die leicht nachweisbare Alge für das Bergische Land weder als nachgewiesene noch als zu erwartende Art auf, obwohl er auch das Areal der heutigen Kernvorkommen (Müngsten, Burg, Glüder) untersucht hat. „Dies überrascht, findet aber keine Erklärung“ (WOIKE 1989), zumal BUDDE (1927) einige Jahre später *Hildenbrandia rivularis* als „eine der gemeinsten Algen des Berglandes“ beschreibt. Das Bearbeitungsgebiet von BUDDE reichte jedoch nicht bis in das Tal der unteren Wupper. Die Angaben von WOIKE sind somit als erster bekannt gewordener Nachweis für das Untersuchungsgebiet anzusehen.

Standorteigenschaften

Hildenbrandia wurde in allen untersuchten Fließgewässertypen, einschließlich dünn überrieselter Felsen an quellnahen Standorten, mit schwacher bis sehr starker Strömung gefunden. Im Restwasser des Hölverscheider Baches erfolgte im Sept. 2017 ein Nachweis innerhalb der abgesenkten Sengbachtalsperre an einem Fundort, der im Winter bis zu 2 m hoch überstaut ist. Vorkommen auf nur dünn mit Wasser benetzten Steinen beschränkten sich auf schattige Waldstandorte. In der Wupper wurden auch voll besonnte Standorte besiedelt, sofern sie permanent von einer mehrere Zentimeter dicken Wasserschicht überdeckt waren.

Die meisten Funde erfolgten auf felsigem oder steinigem Substrat, nicht nur auf autochthonem Silikatgestein, sondern auch auf Beton und Bauschutt in der Wupper. Je einmal wurde die Alge auf Kunststoff-Folie (Abb. 33) bzw. Metallblech gefunden (Wupper oberhalb Elbemündung, 10.05.2013).

Indikation: Bewertungskategorie B.

Tolerante Art, in saprobiell unbelasteten bis mäßig belasteten Gewässern.

Bestandsveränderungen

Hildenbergia rivularis wurde vom Verfasser bereits seit 1998 im Gelände beachtet. Dabei wurden zunächst die bei WOIKE (1989) erwähnten Lokalitäten zwischen Müngsten und Wiesenkotten sowie zwischen Friedrichstal und Fähr überprüft und bestätigt. Die dortigen Vorkommen erscheinen bis heute stabil. Der in gleicher Quelle genannte Fundort östlich Strohn hingegen ist heute offenbar nicht mehr besiedelt. Das Substrat ist überwachsen mit dem Moos *Platyhypnidium riparioides*.

In der Wupper fielen dem Verfasser erstmals im Jahr 2003 in der Mündungsfahne des Dörperhofer Siefens unterhalb Müngsten erste rote Krusten auf, die sich entlang des rechten Wupperufers erstreckten. Anschließend setzte eine zunächst zögerliche, seit ca. 2010 rasante Besiedlung des nachgeschalteten Wupperverlaufs ein. Es ist davon auszugehen, dass aus den Bächen mit *Hildenbrandia*-Vorkommen (Donor-Populationen) bereits seit vielen Jahrzehnten ein permanenter Input an Tetrasporen in die Wupper hinein erfolgt. Das erst in jüngerer Zeit zu beobachtende auffällige Expandieren innerhalb des Flusses wird als Reaktion auf verbesserte Lebensbedingungen (Rückgang stofflicher Belastungen) interpretiert.

Heribaudiella fluviatilis

Die einzige in NRW nachgewiesene Braunalgenart erinnert in ihrer Erscheinungsform an *Hildenbrandia rivularis*. Die ebenfalls krustenförmigen dünnen Lager sind jedoch nicht intensiv rot, sondern unscheinbar braun gefärbt. Sie setzen sich daher farblich oft nur wenig vom steinigen Substrat ab (Abb. 36). Eine sichere Diagnose erfordert zumeist eine mikroskopische Untersuchung. Verdachtsproben erwiesen sich in vielen Fällen als Lager der Blaualge *Chamaesiphon*, dunkle Formen von Krustenflechten, entfärbte Thalli von *Hildenbrandia rivularis* oder als mineralische Verfärbungen des Gesteins. Unter dem Mikroskop zeigt *Heribaudiella fluviatilis* eine charakteristische fächerförmige Zellanordnung (Abb. 37 & 38).

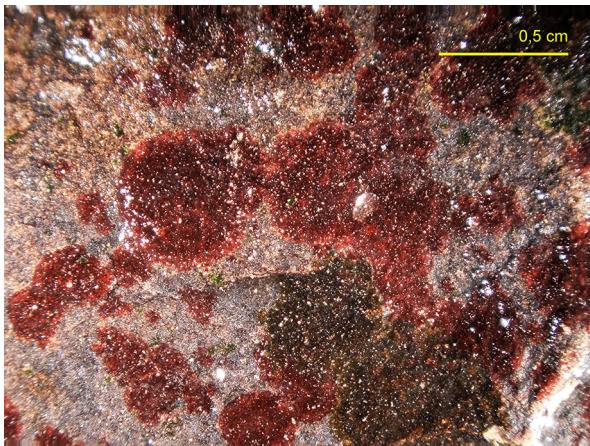


Abb. 36: *Heribaudiella fluviatilis* (braune Flecken) mit rötlichen *Hildenbrandia rivularis* (Frischprobe aus SG, Dörperhofer Siefen, 02.09.2013, M. RAUCH).

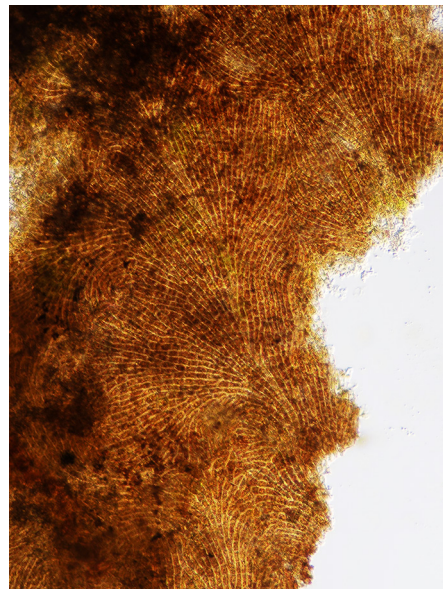


Abb. 37: *Heribaudiella fluviatilis*, mikroskopische Ansicht, Aufsicht im Durchlicht, Zelldurchmesser 8–15 µm (Frischprobe aus SG, Dörperhofer Siefen, 20.04.2013, Präparation und Foto: M. RAUCH).



Abb. 38: *Heribaudiella fluviatilis*, mikroskopischer Querschnitt, hier mit eingewachsenen rötlichen Zellen von *Hildenbrandia rivularis* (Frischprobe aus SG, Dörperhofer Siefen, 20.04.2013, Präparation und Foto M. RAUCH).

Fundorte (vgl. Karte Abb. 42)

Bäche

Heribaudiella fluviatilis tritt laut Literatur oft gemeinsam mit *Hildenbrandia rivularis* auf und wurde vom Verfasser in den Jahren 2013 und 2016 gezielt an Bächen mit bekannten Vorkommen dieser Rotalge gesucht. Dabei gelangen einzelne Nachweise in drei Wupperzuflüssen am östlichen Rand Solingens: Im Dörperhofer Siefen erfolgte im April 2013 der Erstnachweis für das Untersuchungsgebiet. Im selben Jahr gelangen auch Funde im benachbarten Buschpötter Bach sowie im Steinbach. Das Vorkommen am Erstfundort konnte bei einer erneuten Überprüfung im Jahr 2016 bestätigt werden. An zahlreichen weiteren Zuflüssen des Solinger Wupperverlaufs verlief die Nachsuche nach mikroskopischer Überprüfung erfolglos, jedoch wurden Negativbefunde nicht dokumentiert.

Fremddaten

GÜS

Wupper: unterhalb Wupperhof (2016: '2').

Standorteigenschaften

Die eigenen Funde betreffen überströmte Felsen und Blöcke in zwei kleinen Quellbächen und einem größeren Kerbtalbach (Steinbach). Der Nachweis im Rahmen des GÜS erfolgte in der Wupper südlich SG.

Das in der Literatur häufig beschriebene syntope Auftreten von *Heribaudiella fluviatilis* und *Hildenbrandia rivularis* spricht für eine Überschneidung in den Standortansprüchen der beiden Taxa und zeigt sich auch an den hier betrachteten Fundorten. An den Kontaktzonen können sich die Krusten beider Arten auf kleiner Fläche überlappen oder ineinander verwachsen (Abb. 36 & 38). Ähnliche Situationen beschreiben bspw. STOYNEVA & al. (2003).

Indikation: Bewertungskategorie C.

Bevorzugt mäßig alkalisches Wasser (pH >7), in saprobiell mäßig bis stark belasteten Gewässern.

Bestandsveränderungen

Die geringe Anzahl der Funde dürfte auf Nachweisdefizite zurückzuführen sein. Aussagen zu Bestandsveränderungen im Untersuchungsgebiet sind daher nicht möglich.

Der bei FRIEDRICH & al. (2011) wiedergegebene Kenntnisstand beschreibt *Heribaudiella fluviatilis* als sehr selten mit nur vier Nachweisen in NRW. Bis zum heutigen Zeitpunkt hat sich die Anzahl der Fundorte landesweit vervielfacht (GÜS-Datenbank), was in vielen Fällen vor allem als Resultat gezielterer Nachsuche zu interpretieren sein dürfte.

4.3 Fundpunkt-Karten

Kumulative Darstellung von Nachweisen im Untersuchungszeitraum

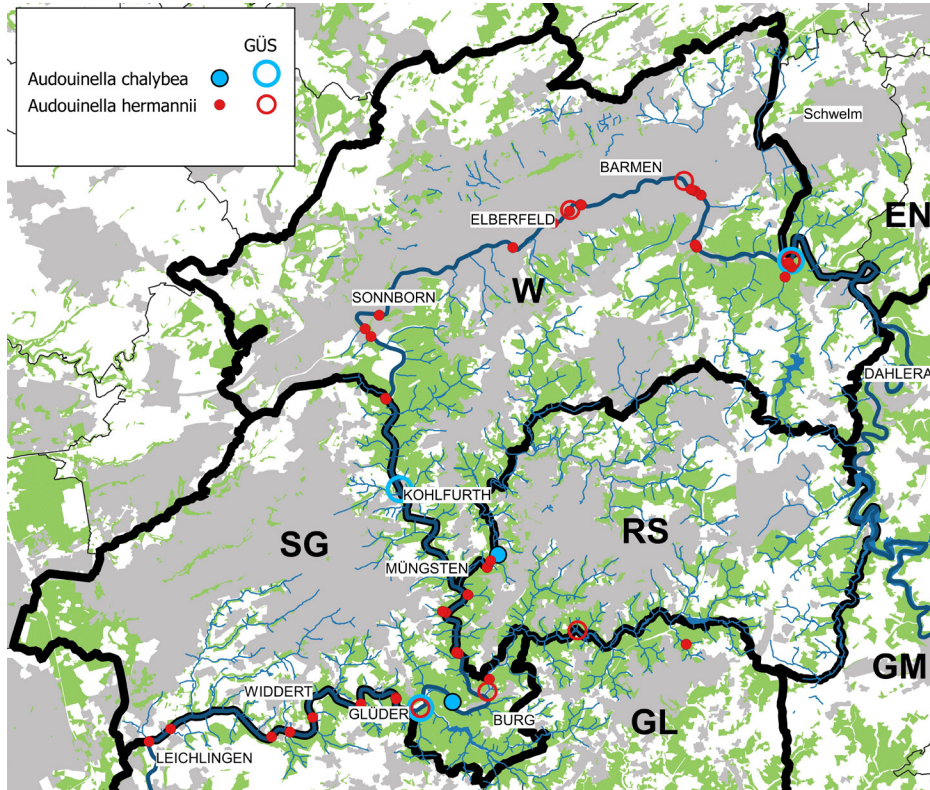


Abb. 39: Fundorte von *Audouinella hermannii* und *A. chalybea*. Kartengrundlage: OpenGeodata.NRW (2020) Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/zero-2-0).

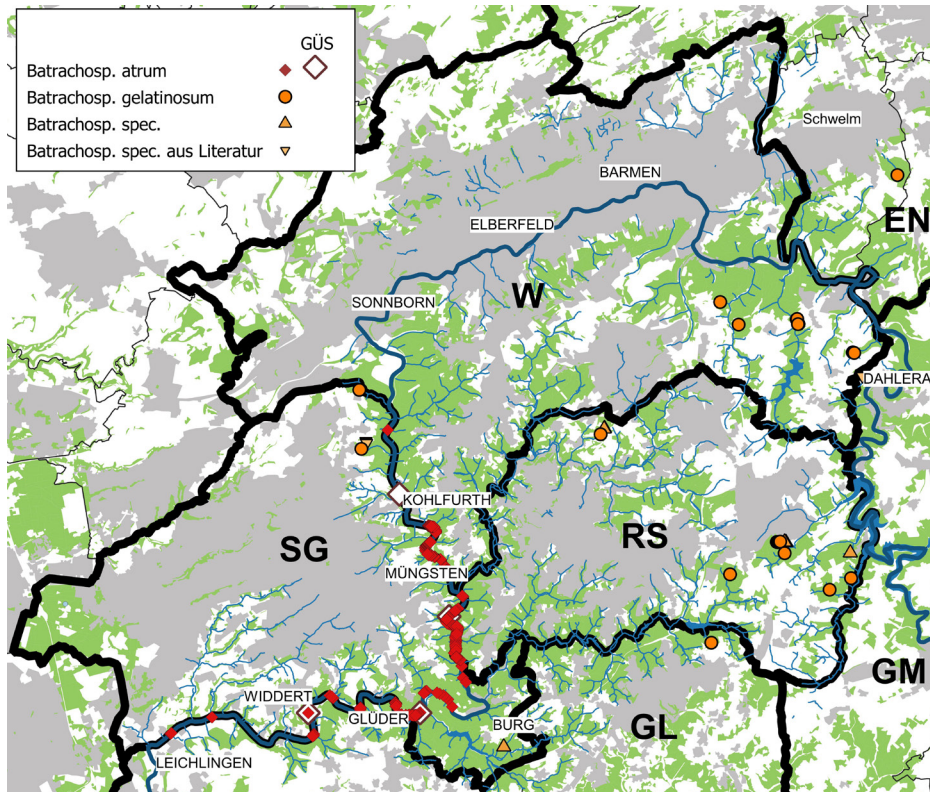


Abb. 40: Fundorte von *Batrachospermum atrum* und *B. gelatinosum*. Kartengrundlage: OpenGeodata.NRW (2020) Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/zero-2-0).

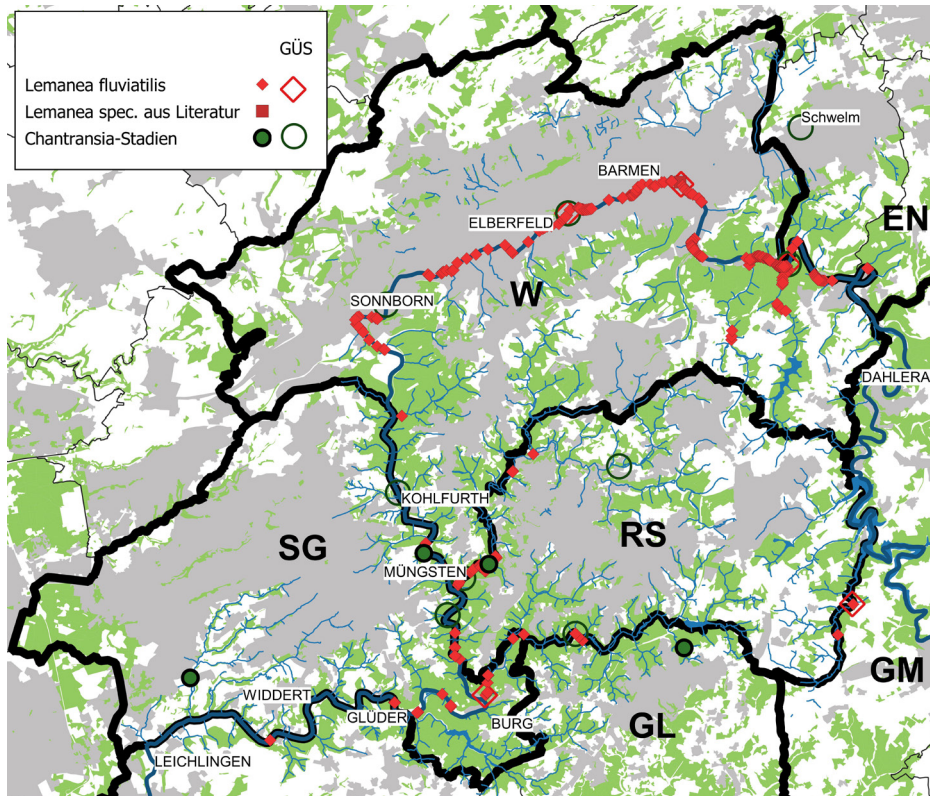


Abb. 41: Fundorte von *Lemanea fluviatilis* und Chantransia-Stadien.
 Kartengrundlage: OpenGeodata.NRW (2020) Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0
 (www.govdata.de/dl-de/zero-2-0).

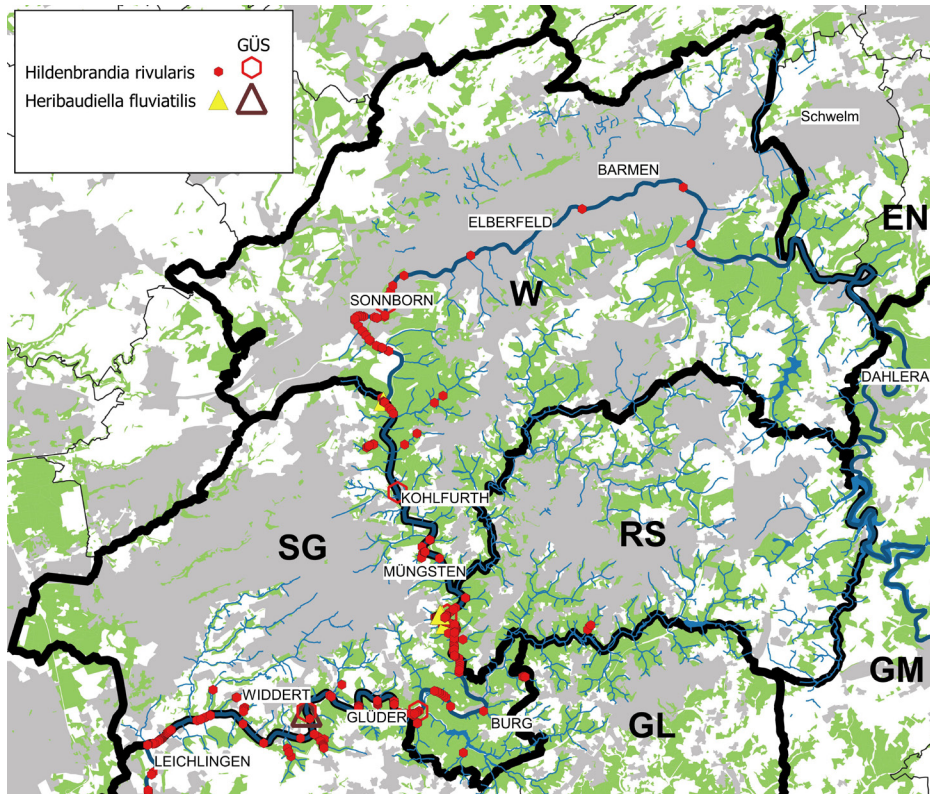


Abb. 42: Fundorte von *Hildenbrandia rivularis* und *Heribaudiella fluviatilis*.
 Kartengrundlage: OpenGeodata.NRW (2020) Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0
 (www.govdata.de/dl-de/zero-2-0).

5 Diskussion und Schlussbetrachtung

Zu Beginn der Untersuchungen für diese Studie gab es in der ausgewerteten jüngeren Literatur (seit 1980) nur für drei Rotalgenarten Hinweise auf Vorkommen im hier betrachteten Untersuchungsraum. Dabei handelte es sich um *Batrachospermum gelatinosum* (bzw. *B. spec.*), *Lemanea fluviatilis* und *Hildenbrandia rivularis* (Quellenangaben im speziellen Teil, Kap. 4.1). In älteren Publikationen werden für weitere Taxa vereinzelt Nachweise aufgeführt, darunter *Audouinella hermannii* und *A. chalybea* (KOLKWITZ 1911, ROYERS 1903). Diese fünf genannten Rotalgen konnten im Rahmen dieser Studie aktuell für das Gebiet bestätigt werden. Zudem wurden durch die eigenen Erhebungen mit *Batrachospermum atrum* (vgl. bereits SONNENBURG 2014) und der Braunalge *Heribaudiella fluviatilis* zwei Arten neu für das Untersuchungsgebiet belegt.

Die ausgewerteten Daten aus dem Gewässerüberwachungssystem (GÜS) bestätigen nahezu das gesamte vom Verfasser nachgewiesene Artenspektrum, mit Ausnahme von *Batrachospermum gelatinosum*. Dies erklärt sich aus der Verteilung der rund 20 GÜS-Probestellen im Untersuchungsraum. Diese konzentrieren sich auf den Verlauf der Wupper und die größeren Zuflüsse. *B. gelatinosum* zählt jedoch zu den Rotalgenarten, die schwerpunktmäßig Quellbäche und kleinere Fließgewässer besiedeln. Erwartungsgemäß wurden Chantransia-Stadien und die eher unscheinbare Alge *Audouinella chalybea* hingegen im Rahmen der GÜS-Proben häufiger nachgewiesen als durch eigene Erhebungen, welche sich auf makroskopisch auffällige Formen konzentrierten. Für diese beiden Taxa, vor allem aber für die nur mikroskopisch identifizierbare Braunalge *Heribaudiella fluviatilis* ist von besonders hohen Nachweisdefiziten auszugehen. Für alle anderen Taxa konnten die Kenntnisse im Hinblick auf ihre Gesamtverbreitung innerhalb des Untersuchungsgebietes durch die eigenen Studien erheblich erweitert werden.

Eine phycologisch-floristische Bewertung des Artenbestandes und der lokalen Präsenz einzelner Taxa im landesweiten Kontext wird durch das Fehlen aktueller, vergleichbarer Studien erschwert. Die nur spärlich verfügbare Literatur mit NRW-Bezug betrifft zumeist Erfassungen, die bereits mehr als drei Jahrzehnte zurückliegen oder mit Schwerpunkt auf Makrophyten nur die Gattungen *Lemanea*, *Paralemanea* und *Batrachospermum* berücksichtigen (z. B. VAN DE WEYER & al. 1990, WIEGEL 1986). Eine einzige aktuellere Publikation (KILLMANN & al. 2015), welche alle limnischen Rotalgen betrachtet, führt für den Eifelfluss Ahr fünf Taxa auf Artniveau auf. Von den 18 untersuchten Probestellen liegen 15 in Rheinland-Pfalz und nur drei in NRW. Nach derzeitigem Kenntnisstand lässt sich dem hier betrachteten Untersuchungsgebiet mit insgesamt sieben Arten eine recht hohe Wertigkeit im Hinblick auf die Rot- und Braunalgenflora attestieren. Für *Batrachospermum atrum* besitzt die Wupper sicherlich eine mehr als landesweite Bedeutung. Diese Einschätzungen basieren auf eigenen Eindrücken aus anderen Teilen NRWs und auf Literaturdaten aus benachbarten Regionen. Ein umfassender Abgleich mit landesweiten Daten aus dem GÜS war nicht Gegenstand dieser Studie. In NRW sind derzeit eine Braunalgen-Art und rund 15 indigene Fließgewässer-Rotalgenarten bekannt. Viele davon sind jedoch offenbar nur sehr lokal, nur im Tiefland oder nur in Kalkgebieten verbreitet.

Nach dem bei FRIEDRICH & al. (2010) wiedergegebenen Kenntnisstand besitzen alle im Untersuchungsraum nachgewiesenen Taxa für NRW bzw. die Teilregion Bergisches Land einen Gefährdungsstatus gemäß Roter Liste, *Batrachospermum atrum* gilt für das Bergische Land als „nicht nachgewiesen“. Da eine Neufassung der Roten Liste auf erweiterter Datengrundlage in Bearbeitung ist, wird an dieser Stelle auf vertiefende Auswertungen der Gefährdungseinstufungen verzichtet. Deutschlandweit ist *B. atrum* in die Kategorie „G“ (Gefährdung

unbekannten Ausmaßes) und *Heribaudiella fluviatilis* in die Kategorie „D“ (Daten unzureichend) eingestuft, alle übrigen hier gefundenen Arten gelten in Deutschland als „ungefährdet“ (FOERSTER & al. 2018).

Generell kann die Wupper mit insgesamt fünf aktuell vorkommenden Arten als bedeutendes Rotalgen-Gewässer angesehen werden. Dieser Befund ist besonders vor dem Hintergrund erfreulich, dass der Fluss unterhalb der heutigen Stadt Wuppertal viele Jahrzehnte lang ein ökologisch toter Abwassersammler war, in dem selbst belastungsresistente Algenarten keine Lebensgrundlage mehr fanden. So schreibt ROYERS (1903: 27): „Soweit die Wupper die Schmutzwässer der Fabriken aufnimmt, können in derselben keine Algen mehr gedeihen. Hier und da trifft man noch Spuren zwischen Rittershausen und Beyenburg an.“ Diese Ortsangabe betrifft den Abschnitt oberhalb des heutigen Wuppertaler Stadtgebietes. Nach dem Etablieren der belastungstoleranteren Krustenrotalge *Hildenbrandia rivularis* deutet heute das auffällige Expandieren von *Lemanea fluviatilis* in der Wupper auf eine weiterhin positive Entwicklung hin. Für die Gewässertypen des Untersuchungsgebietes gilt *Lemanea fluviatilis* als sensible Art, die tendenziell eher in wenig belasteten Gewässern zu finden ist (Indikatorgruppe A). Die nur vereinzelt nachgewiesene Braunalge *Heribaudiella fluviatilis* soll hingegen schwerpunktmäßig in eutrophierten bzw. saprobiell mäßig oder stärker belasteten Gewässern zu finden sein (Gruppe C). Alle übrigen im Gebiet nachgewiesenen Taxa besitzen eine weitere ökologische Amplitude bzw. kommen schwerpunktmäßig im mittleren Belastungsbereich vor (Gruppe B). Diese Einstufungen basieren auf dem aktuell noch gültigen Bewertungsverfahren nach SCHAUMBURG & al. 2012b (siehe Abschnitt 4.2).

Nicht nur im Hinblick auf die Verbreitung, sondern auch bzgl. der Ökologie der einzelnen Taxa erweitert sich der Kenntnisstand kontinuierlich. Für eine anstehende Fortschreibung der biologischen Bewertungsverfahren sind daher auch für einige Algentaxa Anpassungen in der Indikation vorgesehen (GUTOWSKI 2020). Diese basieren auf umfangreichen Auswertungen chemisch-physikalischer Messdaten aus Probestellen des bundesweiten GÜS. Für die Rotalgen ist hiermit allerdings in den meisten Fällen eine Herabstufung in eine ungünstigere Bewertungsgruppe verbunden. Im Untersuchungsgebiet betrifft dies unter anderem die drei häufigsten Rotalgenarten in der Wupper: *Batrachospermum atrum* und *Hildenbrandia rivularis* aus der Gruppe B werden nun den Störzeigern der Gruppe C zugeordnet, zugleich fällt *Lemanea fluviatilis* zukünftig in die Gruppe B. Die oben aufgezeigte Besiedlung (vermutlich Wiederbesiedlung) des Flusses durch *Hildenbrandia* und *Lemanea* dürfte trotzdem als Aufwärtstrend zu interpretieren sein, wenn auch offenbar auf einem niedrigeren Level des ökologischen Zustands als zuvor angenommen. In anderen Regionen sind ebenfalls auffällige Ausbreitungsprozesse insbesondere bei *Hildenbrandia* zu beobachten. So berichtet auch NESEMANN (2020) für *H. rivularis* und *L. fluviatilis* von einer Ausbreitung bzw. Wiederansiedlung in zuvor stark verschmutzten Fließgewässern des Rhein-Main-Gebietes. In der Wupper hat *Lemanea fluviatilis* sicherlich zusätzlich von der verbesserten Strukturgüte profitiert. Insbesondere *Batrachospermum atrum* erweist sich als ein weiteres Fallbeispiel für eine floristisch wertgebende Art (Kriterium Gefährdung, Seltenheit), die sich nach ökologischen Beurteilungskriterien hingegen als wertmindernd darstellt (nicht leitbildkonformer Belastungsindikator).

Leitbildtypische sensible Rot- oder Braunalgen der Gruppe A wären nach den neuen Einstufungen im lokalen Artenspektrum nicht mehr vertreten. Die hier erzielten Algenfunde in weitgehend unbelasteten Quellbächen beschränkten sich auf die relativ weit verbreitete Froschlaichalge *Batrachospermum gelatinosum* (Gruppe B), während Nachweise der Reinwasserart *B. anatinum* ausblieben. Den Ausführungen ROYERS (1903) zufolge zählte jedoch auch *B. anatinum*, ebenso wie *B. confusum*, zum ehemaligen Arteninventar des Untersuchungs-

gebietes. Trotz des Fehlens ausführlicher Merkmalsbeschreibungen oder konservierter Belege erscheinen diese Angaben nach heutigem Wissen über die Gesamtverbreitung der Arten plausibel und bieten Anlass für weitere gezielte Kartiergänge in der Region.

Literatur

- BIOLOGISCHE STATION MITTLERE WUPPER 2020: Jahresbericht 2019. – Solingen, Remscheid, Wuppertal.
- BUDDE, H. 1927: Die Rot- und Braunalgen des Westfälischen Sauerlandes. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 45(3): 143–150.
- ELORANTA, P. & KWANDRANS, J. 2007: Freshwater Red Algae, *Rhodophyta*, Identification Guide to European Taxa, particularly to those found in Finland. – Norrlinna 15: 1–103.
- ELORANTA, P., KWANDRANS, J. & KUSEL-FETZMANN, E. 2011: Freshwater Flora of Central Europe / Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 7 / Vol. 7. *Rhodophyta* and *Phaeophyceae*. – Heidelberg.
- FOERSTER, J. & GUTOWSKI, A. 2007: Wasserrahmenrichtlinie schafft Anreiz zur vollständigen Erfassung der benthischen Algen in Fließgewässern – aktueller Stand und Ausblick. – BfN-Skripten 207, Reihe Treffpunkt Biologische Vielfalt 7: 185–190.
- FOERSTER, J., KNAPPE, J. & GUTOWSKI, A. 2018: Rote Liste und Gesamtartenliste der limnischen Braunalgen (*Phaeophyceae*) und Rotalgen (*Rhodophyta*) Deutschlands. In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(7): 535–564.
- FRIEDRICH, G., GUTOWSKI, A., FOERSTER, J., KNAPPE, J. & WAGNER, H.-G. 2011: Rote Liste und Artenverzeichnis der Rotalgen – *Rhodophyceae* – und Braunalgen – *Fucophyceae* – in Nordrhein-Westfalen, 1. Fssg, Stand August 2010. In: LANUV (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 4. Fssg. – LANUV-Fachber. 36(1): 285–300.
- GUIRY, M. D. & GUIRY, G. M. 2020: AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. – <http://www.algaebase.org> [28.06.2020].
- GUTOWSKI, A. & FOERSTER, J. 2009a: Benthische Algen ohne Diatomeen und Characeen, Feldführer. – LANUV-Arbeitsblatt 2.
- GUTOWSKI, A. & FOERSTER, J. 2009b: Benthische Algen ohne Diatomeen und Characeen, Bestimmungshilfe. – LANUV-Arbeitsblatt 9.
- GUTOWSKI, A. 2020: NMDS-Analysen der Fließgewässertypen, April 2018. In: ROLAUFFS, P., HERING, D., MISCHKE, U., GUTOWSKI, A., HOFMANN, G., HALLE, M. & VOGL, R. 2020: Weiterentwicklung der biologischen Bewertungsverfahren zur EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) unter besonderer Berücksichtigung der großen Flüsse. Abschlussbericht. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, TEXTE 23/2020. Anhang 4. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. – Dessau.
- KILLMANN, D., LEH, B. & FISCHER, E. 2015: Die Süßwasserotalgen der Ahr – Ergebnisse einer Kartierung von der Quelle bis zur Mündung. – Decheniana 168: 26–41.
- KNAPPE, J. & HUTH, K. 2014: Rotalgen des Süßwassers in Deutschland und angrenzenden Gebieten. – Bibliotheca Phycologica 118: 1–142.
- KOLKWITZ, R. 1911: Zur Biologie der Talsperren, insbesondere der Eschbachtalsperre bei Remscheid. – Mitteilungen aus der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung zu Berlin 15: 268–411.
- LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.) 2015: Fließgewässertypenkarte Nordrhein-Westfalens. – LANUV-Arbeitsblatt 25.
- LERCH-SCHÜLLER, P. 1980: Physiologische Untersuchungen an standortindizierenden einheimischen Süßwasser-Rotalgen. – Hausarbeit zur ersten Philologischen Staatsprüfung, Bot. Inst. Univ. Köln.
- NESEMANN, H.F. 2020: Rot- und Braunalgen in Fließgewässern des Rhein-Main-Gebietes: Aktuelle Funde makroskopischer Arten (*Rhodophyta*, *Phaeophyceae*). – Jb. Nass. Ver. Naturkde 141: 101–127.
- PAFFEN, K., SCHÜTTLER, A. & MÜLLER-MINY, H. 1963: Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 108/109 Düsseldorf - Erkelenz. Geographische Landesaufnahme 1:200.000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands. – Bonn-Bad Godesberg.
- ROYERS, H. 1903: Beitrag zur Algenflora des bergischen Landes und benachbarter Gebiete. – Jber. Naturwiss. Ver. Elberfeld 10: 25–94.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., VOGEL, A. & GUTOWSKI, A. 2012a: Weiterentwicklung biologischer Untersuchungsverfahren zur kohärenten Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Teilvorhaben Makrophyten & Phytobenthos. Endbericht. – Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Umwelt. – Augsburg.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., VOGEL, A. & GUTOWSKI, A. 2012b: Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und

- Phytobenthos. Stand Januar 2012, Version 13.6.2012. Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Umwelt. – Augsburg.
- SONNENBURG, F. 2014: Nachweise der gefährdeten Rotalge *Batrachospermum atrum* (HUDSON) HARVEY (*Rhodophyta*) in der Wupper. – Jber. Naturwiss. Ver. Wuppertal 63: 215–222.
- STOYNEVA, M., STANCHEVA, R. & GÄRTNER, G. 2003: *Heribaudiella fluviatilis* (ARESCH.) SVED. (*Phaeophyceae*) and the *Hildenbrandia rivularis* (LIEBM.) J. AG. – *Heribaudiella fluviatilis* (ARESCH.) SVED. Association newly recorded in Bulgaria. – Ber. Nat.-med. Verein Innsbruck 90: 61–71.
- TARA, K. 1990: Vergleichende ökologische Untersuchungen an ausgewählten Waldquellen im Einzugsgebiet der Wupper. – Dipl.-Arb., Ruhr-Univ. Bochum, Fak. Biologie, LS Spezielle Botanik.
- VAN DE WEYER, K. 2005: Aquatische Makrophyten. In: HASENCLEVER, S., HOBUS, I., HOFFMANN, A., KNAPPE, F., KOENZEN, U., LEONHARD, V., LIEBESKIND, M., LOHR, H., SCHARF, W., VAN DE WEYER, K. & VAN DEN BOOM, A. 2005: Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben Handlungsbedarf und Abwägungskriterien bei der Umsetzung der EU-WRRRL am Beispiel der Kühlwassernutzung der Unteren Wupper. AZ 54.173/25-5232. Gefördert durch das MUNLV NRW: 53–62.
- VAN DE WEYER, K., STELZER, D. & KOENZEN, U. 2017: Anpassung und Aktualisierung des Bewertungsverfahrens für die PHYLIB-Teilkomponente Makrophyten. Projekt-Nr. O 9.16 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2016. Endbericht.
- VAN DE WEYER, K., WAHRENBURG, P. & WIEGLEB, G. 1990: Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Rur. I. Die Fließgewässervegetation und ihre Bedeutung für Naturschutz und Landschaftspflege. – Decheniana 143: 141–159.
- WIEGEL, H. 1986: Die Makrophytenbesiedlung der Kall (Eifel) und ihre Veränderungen zwischen 1979 und 1984. – Decheniana 139: 205–213.
- WOIKE, S. 1989: Die Rotalge *Hildenbrandia rivularis* (LIEBM.) J. AG. auch im Bergischen Land. – Jber. Naturwiss. Ver. Wuppertal 42: 68–71.

Danksagungen

Für Hinweise auf Rotalgenvorkommen danke ich LIZA BREUER (Solingen), OLIVER HOFMANN (Stadt Remscheid), MORITZ SCHULZE (Wuppertal), BERND SONNTAG (NABU-Naturschutzstation Leverkusen – Köln), GUIDO WEBER (Bochum) und DIETER GREGOR ZIMMERMANN (Düsseldorf). Bei Dr. GÜNTER MATZKE-HAJEK (Bonn) bedanke ich mich für Recherchen in der älteren Literatur. Besonderer Dank gilt MARTIN RAUCH (Remscheid) für gemeinsame Exkursionen sowie für die fachmännische mikroskopische Präparation und Fotodokumentation einiger Arten. Für fachlichen Austausch und konstruktive Hinweise zum Manuskript sowie für die Bereitstellung von Literatur danke ich ganz besonders Dr. JULIA FOERSTER (LANUV NRW).

Anschrift des Autors

FRANK SONNENBURG
Biologische Station Mittlere Wupper
Vogelsang 2
42653 Solingen
E-mail: FSonnenburg[at]t-online.de