



Rote Liste und Artenverzeichnis der Rotalgen (Rhodophyta) und Braunalgen (Phaeophyceae) in Nordrhein-Westfalen

2. Fassung

LANUV-Fachbericht 133

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Ökologie der Rot- und Braunalgen	5
3	Methodisches Vorgehen	6
3.1	Regionalisierung	6
3.2	Bewertungsmethodik.....	6
3.3	Bestimmung und Nomenklatur	8
4	Rote Liste und Artenverzeichnis.....	11
5	Anmerkungen zu den Arten.....	14
5.1	Rotalgen	14
5.2	Braunalgen	23
6	Auswertung	24
7	Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen	25
8	Literatur.....	27
	Anhang: Fotos ausgewählter Arten und Lebensräume	30

1 Einleitung

Die Rot- und Braunalgen (Tange) der Meere sind weltweit mit knapp 5.000 Arten verbreitet und bilden oft auffällige große Bestände. Sie sind deshalb und wegen ihrer traditionellen Nutzung, beispielsweise als Nahrungsmittel, gut bekannt. Im Süßwasser hingegen sind Rot- und Braunalgen nur in geringer Artenzahl vorhanden und außerdem meist nicht besonders auffällig. Manche sind mit bloßem Auge sogar nur schwer zu entdecken.

Die Rot- und Braunalgen des Binnenlandes leben benthisch (an der Gewässersohle angeheftet) oder epiphytisch (auf anderen Wasserpflanzen oder Algen aufwachsend) in fließenden und stehenden Gewässern. Auffällig sind die blutfarbenen flachen Krusten auf Steinen, die von *Hildenbrandia rivularis* gebildet werden. Lange rostrote Fäden von *Bangia atropurpurea* finden sich auf Ufersteinen nahe der Wellenschlagzone von Kanälen und größeren Flüssen sowie auf den Schaufeln von Wassermühlen. Die meisten anderen limnischen Rotalgen sind viel unscheinbarer. Sie sind in der Regel klein und häufig nicht deutlich rot gefärbt, sondern bilden meist dunkelgrüne bis bläulichgraue, wenige Zentimeter große Thalli auf festen Substraten. Nur *Batrachospermum gelatinosum*, das mehrere Zentimeter große, gelatinöse, flutende Lager bildet, besitzt einen echten deutschen Namen: „Froschlaichalge“.

Erst seit Einführung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL; EUROPÄISCHE UNION 2000) werden bei den biologischen Gewässeruntersuchungen zur Ermittlung des ökologischen Zustandes der Fließgewässer auch die benthischen Algen erfasst. In NRW werden diese Erhebungen zum größten Teil vom LANUV (FB 55, Gewässerökologie) selbst durchgeführt. Zu einem geringeren Teil übernehmen auch einige Wasserverbände oder externe Auftragnehmer die Untersuchungen. Alle Fundangaben werden in der Gewässerüberwachungssystem-Datenbank (GÜS-DB) des LANUV erfasst. Diese Daten stellen die wesentliche Grundlage dar für die Erstellung der hier vorgelegten Roten Liste der Rot- und Braunalgen in Nordrhein-Westfalen. Zusätzlich konnten Einzelbeobachtungen der Autoren sowie Literaturangaben zugrunde gelegt werden.

Durch das landesweite Monitoring ist zwar gewährleistet, dass alle Regionen gleichermaßen untersucht werden. Jedoch bezieht sich dieses Monitoring nur auf größere (berichtspflichtige) Fließgewässer. Kleinere Gewässer sowie quellnahe Bereiche und Oberläufe werden nicht erfasst. Gerade in diesen Gewässerabschnitten wären jedoch interessante und bislang selten nachgewiesene Arten zu erwarten. Auch in Stehgewässern (Seen und Talsperren) wird im Routinemonitoring nicht explizit nach Vertretern von Rot- und Braunalgen gesucht, da sich die WRRL-konforme Bewertung von Stehgewässern an den Komponenten Makrophyten und Phytoplankton ausrichtet.

Weitere Untersuchungen sind daher dringend geboten. Erforderlich sind vor allem gezielte Untersuchungen an potenziell interessanten Standorten – auch unter naturschutzfachlichen Gesichtspunkten. Solange diese weißen Flecken auf der Landkarte des behördlich organisierten Monitorings nur vereinzelt durch das Engagement interessierter Privatpersonen sowie im Naturschutz bzw. in der Wissenschaft tätiger Personen gefüllt werden (KILLMANN et al. 2015, SCHIFFELS 2015; SONNENBURG 2014, 2021), muss unser aktueller Kenntnisstand über das Vorkommen der benthischen Rot- und Braunalgen im Bundesland leider nach wie vor als lückenhaft gelten.

Als Vorteil des WRRL-Monitorings ist zu nennen, dass hierbei auch die chemisch-physikalischen Parameter der Gewässer wie pH-Wert, Temperatur, Sauerstoff- und Nährstoffgehalt umfassend erhoben werden. Daher konnten inzwischen umfangreiche Auswertungen zum Vorkommen der einzelnen Algenarten mit Blick auf die Nährstoffbelastung der Gewässer durchgeführt werden (PFISTER et al. 2016, ROLAUFFS et al. 2020). Dabei zeigte sich, dass einige Rotalgen auch in Gewässern mit einer gewissen Nährstoffbelastung zu finden sind – entgegen der landläufigen Meinung, dass Rotalgen per se nur in sauberen und unbelasteten Gewässern auftreten. Bereits in der Roten Liste 2010 (FRIEDRICH et al. 2011) wurde erwähnt, dass einige Arten auch eine mäßige Belastung bzw. erhöhte Nährstoffgehalte des Wassers tolerieren können. Die Auswertungen von PFISTER et al. (2016) sowie ROLAUFFS et al. (2020) bieten nun eine fundierte Basis für solche Aussagen und Einstufungen. Allerdings gilt auch hier wieder die Einschränkung, dass in beiden Arbeiten nur die Arten berücksichtigt wurden, die in den nach WRRL berichtspflichtigen, größeren Gewässern auftreten. Quellregionen sowie (meistens unbelastete und nährstoffarme) Oberläufe und kleine Bäche fehlen ganz oder sind zumindest deutlich unterrepräsentiert.

Obwohl Rot- und Braunalgen zwei unterschiedlichen systematischen Stämmen angehören, werden sie hier gemeinsam behandelt, weil sie in limnischen Gewässern Nordrhein-Westfalens nur wenige Arten umfassen, weitgehend gleichartige Biotope besiedeln und auch untersuchungstechnisch gleich gehandhabt werden.

2 Ökologie der Rot- und Braunalgen

Die limnischen Rot- und Braunalgen benötigen als festsitzende Organismen Hartsubstrate wie Fels, Steine, stabil gelagertes Geröll, Holz oder große Makrophyten. Sie bevorzugen kühle und beschattete Fließgewässer. Von daher kommen sie in erster Linie in den Fließgewässern der Mittelgebirge vor. Im Tiefland sind sie bevorzugt an Brücken, anderen Bauwerken, auf Totholz sowie epiphytisch auf Makrophyten zu finden. Auch in stehenden Gewässern (vor allem in klaren Talsperren und Baggerseen mit Grundwasserzutritt) sind Vorkommen von Rotalgen bekannt.

Während viele Arten vor allem in unbelasteten Gewässern mit hohem Kohlendioxid- und Sauerstoffgehalt zu finden sind, tolerieren einige Arten auch eine mäßige Belastung bzw. leicht erhöhte Nährstoffgehalte des Wassers. *Thorea hispida* bildet wahrscheinlich nur in belasteten bzw. eutrophen Gewässern größere Bestände aus. Vielfach sind die Bestände der Rotalgen von Jahr zu Jahr sehr schwankend, manche Arten besitzen zudem einen ausgeprägten Jahresgang hinsichtlich der Entwicklung der Thalli.

KNAPPE & HUTH (2014) geben einen guten Überblick darüber, welche abiotischen und biotischen Faktoren das Vorkommen und die Verbreitung der Rotalgenarten beeinflussen.

3 Methodisches Vorgehen

3.1 Regionalisierung

Aufgrund der nach wie vor lückenhaften Datenlage konnte für eine verlässliche Einstufung der Gefährdungssituation letztendlich nur zwischen den Regionen Bergland (Weserbergland, Eifel / Siebengebirge, Süderbergland) und Tiefland (Niederrheinisches Tiefland, Niederrheinische Bucht, Westfälische Bucht / Westfälisches Tiefland) unterschieden werden.

Die Gewässer im Bergland weisen im Allgemeinen ein stärkeres Gefälle und damit verbunden eine höhere Fließgeschwindigkeit auf. Das Sohlsubstrat besteht überwiegend aus kiesig-steinigem Material; jedoch kommen in Bereichen mit geringer Fließgeschwindigkeit auch sandige oder schlammige Substrate vor. Insgesamt zeichnen sich die Gewässer im Bergland durch eine größere Variabilität hinsichtlich Sohlsubstrat und Fließgeschwindigkeit aus als die Tieflandgewässer, die aufgrund des geringeren Gefälles häufig durchgehend eine langsamere Fließgeschwindigkeit aufweisen. Auch sind die Tieflandgewässer in NRW häufig stärker anthropogen genutzt und beeinflusst, während im Bergland etliche Gewässer bzw. zumindest deren Oberläufe eine größere Naturnähe aufweisen. Insgesamt sind die benthischen Rot- und Braunalgen wesentlich häufiger in Bergland- als in Tieflandgewässern zu finden; nur wenige Arten treten vorrangig im Tiefland auf.

Versuche, eine feiner differenzierte Regionalisierung, z. B. nach den sechs oben genannten Großlandschaften aufzustellen, führten nicht zu plausiblen Ergebnissen. Grundsätzlich ist anzumerken, dass für die Gefährdungsbeurteilung von Fließgewässerorganismen eine Differenzierung nach Fließgewässer-Einzugsgebieten oder auch nach Fließgewässertypen vielleicht passender wäre als eine Differenzierung nach Großlandschaften.

3.2 Bewertungsmethodik

Die Rote Liste gibt für jede Art, die im betrachteten Gebiet einheimisch oder fest eingebürgert ist und selbständig Populationen bildet, die aktuelle Gefährdung an. Gefährdungskategorien im engeren Sinne sind gemäß LUDWIG et al. (2006) die Rote-Liste-Kategorien 0 (ausgestorben oder verschollen), 1 (vom Aussterben bedroht), 2 (stark gefährdet), 3 (gefährdet), G (Gefährdung unbekanntes Ausmaßes) und R (extrem selten). In die Kategorie V (Vorwarnliste) werden Arten eingestuft, die in ihren Beständen merklich zurückgegangen sind, jedoch nicht akut bestandsgefährdet. Weitere Rote-Liste-Kategorien sind D (Daten unzureichend), * (ungefährdet) und ♦ (nicht bewertet).

Nach den Vorgaben des Bundesamtes für Naturschutz (BfN; LUDWIG et al. 2006) müssen für die Einstufung der Taxa sowohl der aktuelle Bestand als auch die kurz- und/oder langfristige Bestandsentwicklung ermittelt werden. Zudem sind zusätzliche Risikofaktoren wie direkte oder indirekte menschliche Einwirkungen, die zu einem Habitatverlust führen werden, zu berücksichtigen. Aus all diesen Informationen wird die Gefährdungskategorie abgeleitet.

Bei der Erstellung dieser Roten Liste wurde in einem ersten Schritt versucht, diesen Vorgaben so nah wie möglich zu folgen. Die Vorgehensweise und die dabei angetroffenen Schwierigkeiten werden im folgenden Text genauer erörtert. In einem zweiten Bearbeitungsschritt wurde die schematisch ermittelte Gefährdungseinstufung kritisch diskutiert und in vielen Fällen angepasst. Da hierbei vor allem die Definitionen der verschiedenen Gefährdungskategorien zu

Rate gezogen wurden, autökologische Informationen berücksichtigt wurden und die Plausibilität über den direkten Vergleich der Einstufungen der Arten zueinander geprüft wurde, lässt sich das Vorgehen zur Ermittlung der Gefährdungskategorie insgesamt eher der „klassischen“ Methode zuordnen.

Zusammengefasst lässt sich die Vorgehensweise folgendermaßen beschreiben:

1) **Aktueller Bestand:** Für die Abschätzung des aktuellen Bestandes wurden die in der GÜS-DB vorliegenden Fundangaben aus dem Zeitraum 2013–2017 ausgewertet. In diesem Zeitraum wurden bei 1171 Fließgewässeruntersuchungen auch Proben von benthischen Algen entnommen und im Labor durch mikroskopische Ansprache taxonomisch bestimmt. Diese Untersuchungen verteilten sich über alle Großlandschaften, fanden jedoch vor allem im Bergland statt. Zur Abschätzung des aktuellen Bestandes wurden die Fundangaben jeder Art in Relation zur Anzahl der durchgeführten Untersuchungen gesetzt, wobei dieselbe Skala angewendet wurde wie in FOERSTER et al. (2018): Algenarten, die in 10–25 % aller Probenahmen vorkamen, wurden als mäßig häufig eingestuft. Arten, die in 5–10 % der Probenahmen vorkamen, galten als selten. Als sehr selten wurden Arten eingestuft, die in 1–5 % der Probenahmen vorkamen; und geringere Anteile (< 1%) führten zu einer Einstufung als extrem selten.

2) **Kurzfristiger Bestandstrend:** Nach derselben Methodik wurden die in der GÜS-DB erfassten Fundangaben aus dem Zeitraum 2008–2012 ausgewertet. Aus dem Vergleich der Häufigkeitsklassen in diesen beiden Zeiträumen ergab sich der kurzfristige Bestandstrend.

Die unter 1) und 2) genannten Auswertungen fanden zunächst differenziert nach Großlandschaften statt. Damit konnten jedoch keine plausiblen Ergebnisse erzielt werden; vermutlich, weil die Datenlage in etlichen Landschaften nicht ausreichend war. Zudem erschien die Abgrenzung der Regionen aus „Fließgewässer-Sicht“ mitunter willkürlich. Daher wurden die Auswertungen wiederholt und dabei auf die Unterscheidung zwischen Bergland und Tiefland reduziert.

Da die beiden betrachteten Zeiträume recht nahe beieinanderliegen, besteht die Gefahr, kurzfristige Schwankungen als reale Veränderung (Zu- oder Abnahme) zu werten. Dies wurde bei der kritischen Diskussion der schematisch ermittelten Gefährdungskategorien entsprechend berücksichtigt. Die Auswahl früherer Untersuchungsjahre war nicht möglich, da aus den Jahren 2004–2007 deutlich weniger Datensätze vorliegen. In diesem Zeitraum befand sich das Monitoring der Komponente Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD), zu der die Rot- und Braunalgen gehören, noch im Aufbau, so dass Intensität und Anzahl der in der GÜS-DB vermerkten Aufsammlungen nicht vergleichbar ist mit der Zeit ab 2008.

3) **Langfristiger Bestandstrend:** Nach den Vorgaben des BfN müssten die aktuellen Daten mit Angaben aus den Jahren 1870 bis 1970 verglichen werden, um den langfristigen Bestandstrend zu ermitteln, der einen Zeitraum von vor 50–150 Jahren abdecken soll. Aus diesem Zeitraum liegen einige Literaturangaben vor, z. B. ROYERS (1903) sowie BUDDE (1942) und seine vorherigen Arbeiten (siehe FRIEDRICH et al. 2011). Insbesondere BUDDE (1942) war für die Gefährdungseinschätzung wichtig, da er das Vorkommen der Arten zusammenfassend beschreibt. So schreibt er z. B., dass *Hildenbrandia rivularis* „in den Bächen der Gebirgsgegenden, Sauerland, Teutoburger Wald, weit verbreitet“ sei. Dabei berücksichtigt er auch Fundangaben anderer Limnologen aus der Zeit von 1851 bis 1934. Mithilfe dieser

Ausführungen konnte zumindest für einige Arten der langfristige Bestandstrend eingeschätzt werden. ROYERS (1903) gibt zwar ebenfalls konkrete Fundorte für etliche Arten der limnischen Rotalgen an; jedoch lässt sich aus seinen Angaben nicht absehen, wie häufig bzw. wie weit verbreitet diese Arten damals waren. Weitere Arbeiten, die diesem Zeitraum zugerechnet werden können, sind FRIEDRICH (1966, 1973) sowie HEUSS et al. (1972; zitiert aus SCHMEDTJE et al. 1998).

- 4) Risikofaktoren: Abwasserbelastung und Nährstoffzunahme (Eutrophierung) der Gewässer können direkte, negative Auswirkungen auf die Bestände von nährstoffempfindlichen Arten wie z. B. *Lemanea fluviatilis* haben. Bestimmte Methoden der Gewässerunterhaltung wie Sohlmahd oder Sohlräumung stellen ebenfalls einen drastischen Eingriff in die Biozönose des Gewässers dar und können vorhandene Rotalgen-Bestände stark schädigen oder sogar komplett vernichten. Auch strukturelle Veränderungen der Gewässer (z. B. durch nicht umfassend vorbereitete Renaturierungsmaßnahmen) können Habitate unbrauchbar machen. Da die Algen bei der Gewässerbewirtschaftung bisher zu wenig Beachtung finden, liegen keine verlässlichen Daten vor, anhand derer sich diese Befürchtungen für jede einzelne Art genau quantifizieren und prognostizieren ließe. Als indirekt wirkender Risikofaktor ist der Klimawandel zu nennen. Nach den Erfahrungen der Jahre 2018/2019, in denen zahlreiche Gewässerabschnitte (insbesondere Oberläufe) über Monate hinweg trockenfielen, sind hier insbesondere die Arten der Gattung *Batrachospermum* in den Blick zu nehmen, die in den Bachoberläufen siedeln. Zudem hat die Dürre zum großflächigen Rückbau der Fichtenforste geführt, so dass den Waldbächen nun häufig die Beschattung fehlt. Die direkte Sonneneinstrahlung und die Erwärmung der Gewässer stellen für die *Batrachospermum*-Arten, die kühles Wasser und schattige Orte bevorzugen, eine negative Beeinflussung dar.

Nach diesem Schema wurde für jede Art die Gefährdungskategorie ermittelt und unter den Autorinnen und Autoren kritisch diskutiert. Wichtige Aspekte aus der Diskussion sind bei den Anmerkungen zu den Arten wiedergegeben.

3.3 Bestimmung und Nomenklatur

Die Artbestimmung der limnischen Rotalgen ist meistens ausgesprochen schwierig. Neben ihrem teilweise komplexen morphologischen Aufbau spielen die Merkmale der Reproduktionsorgane eine wichtige Rolle. Diese sind jedoch am im Freiland gesammelten Material nicht immer ausgebildet. Zahlreiche Arten haben einen dreiteiligen Lebenszyklus, in dem ein morphologisch eigenständiges und sehr dauerhaftes Stadium (Chantransia-Stadium) ausgebildet wird, welches anhand morphologischer Kriterien nicht eindeutig einer Art oder einer Gattung zugeordnet werden kann.

Aktuelle Referenzwerke für die Bestimmung der limnischen Rot- und Braunalgen sind ELORANTA et al. (2011) sowie KNAPPE & HUTH (2014). Gegenüber der Vorgängerversion der Roten Liste (FRIEDRICH et al. 2011) hat sich die Situation der taxonomischen Bearbeitung der Rotalgen somit deutlich verbessert. Bei einigen Arten bestehen noch Probleme, da die Beschreibungen in der Literatur uneinheitlich sind. Offensichtlich ist die Variabilität der Arten nicht in allen Fällen ausreichend bekannt. Aktuell erfolgen verstärkt genetische und molekularbiologische Untersuchungen, die sicherlich zu weitgehenden Veränderungen in der Systematik und Taxonomie führen werden und die teilweise bereits auf www.algaebase.org (GUIRY & GUIRY 2021) nachvollzogen wurden.

Tabelle 1: Artenliste der bisher bekannten Rot- und Braunalgen in NRW

Familie	Wissenschaftlicher Name	Autor	Jahr	Synonyme	Jahr
Rhodophyta – Rotalgen					
Porphyridiophyceae	<i>Porphyridium purpureum</i>	(BORY) DREW et ROSS	1965	<i>Porphyridium cruentum</i> (GRAY) NÄGELI	1849
Phragmonemataceae	<i>Kylinella latvica</i>	SKUJA	1926		
Compsopogonaceae	<i>Compsopogon</i> spp.	MONTAGNE in BORY et DURIEUX	1846		
Bangiophyceae	<i>Bangia atropurpurea</i>	(ROTH) C.A. AGARDH	1824	<i>Bangiadulcis atropurpurea</i> (ROTH) W.A. NELSON 2007	
Acrochaetiaceae	<i>Audouinella chalybea</i>	(ROTH) BORY	1823		
	<i>Audouinella hermannii</i>	(ROTH) DUBY in DE CANDOLLE	1830		
	<i>Audouinella pygmaea</i>	(KÜTZING) WEBER-VAN BOSSE	1921		
Balbianiaceae	<i>Balbiania investiens</i>	(LENORMAND ex KÜTZING 1849) SIRODOT	1876		
Batrachospermaceae	<i>Batrachospermum anatinum</i>	SIRODOT 1884 emend. VIS et al.	1995	<i>B. ectocarpum</i> SIRODOT	1884
	<i>Batrachospermum atrum</i>	(HUDSON) HARVEY	1888	<i>B. dillenii</i> SIRODOT	1884
	<i>Batrachospermum confusum</i>	(BORY) HASSALL 1845 emend. VIS et al.	1995	<i>B. crouanianum</i> SIRODOT	1884
	<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	(LINNAEUS) DECANDOLLE 1801 emend. VIS et al.	1995	<i>B. moniliforme</i> ROTH; <i>B. moniliforme</i> SIRODOT	1800 1884
	<i>Batrachospermum helminthosum</i>	BORY	1808	<i>B. virgatum</i> (KÜTZ.) SIRODOT	1884
	<i>Batrachospermum vogesiacum</i>	SCHULTZ ex SKUJA	1938		
	Lemaneaceae	<i>Lemanea fluviatilis</i>	C. AGARDH	1811	
<i>Lemanea rigida</i>		(SIRODOT) DE TONI	1897		
<i>Paralemanea catenata</i> f. <i>catenata</i>		(KÜTZING) VIS et SHEATH	1992		
<i>Paralemanea catenata</i> f. <i>nodosa</i>		(KÜTZING) KNAPPE et HUTH	2014		
Thoreaceae	<i>Thorea hispida</i>	(THORE) DESVAUX 1818 emend. SHEATH, VIS et COLE	1993	<i>Th. ramosissima</i> BORY	1808
Hildenbrandiaceae	<i>Hildenbrandia rivularis</i>	(LIEBMANN) J. AGARDH	1851		
Phaeophyceae – Braunalgen					
	<i>Heribaudiella fluviatilis</i>	(Aresch.) SVEDELIUS	1930		

Für die vorliegende Aufstellung wurde grundsätzlich den Angaben in ELORANTA et al. (2011) gefolgt; nur bei *Paralemanea catenata* wird nach KNAPPE & HUTH (2014) die Differenzierung in die Formen *Paralemanea catenata* f. *catenata* und *Paralemanea catenata* f. *nodosa* aufrechterhalten. Damit befindet sich diese Rote Liste auf demselben Stand wie die bundesweite Rote Liste (FOERSTER et al. 2018). Hinweise auf neuere Erkenntnisse zur Systematik und Taxonomie sind bei den Kommentaren zu den einzelnen Arten angegeben.

Die für NRW berücksichtigten Arten sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Abgesehen von dem neophytischen *Compsopogon* spp. ergibt sich demnach für Nordrhein-Westfalen derzeit ein Inventar von 18 einheimischen Rotalgenarten, die zu zehn Gattungen gehören. Innerhalb der Art *Paralemanea catenata* sind die beiden Formen f. *catenata* und f. *nodosa* zu unterscheiden. Zusätzlich zu erwähnen sind die Chantransia-Stadien (ROTH) FRIES 1825, die eine Phase im komplizierten, dreistufigen Generationswechsel der Gattungen *Batrachospermum*, *Lemanea*, *Paralemanea* und *Thorea* darstellen. Die Chantransia-Stadien dieser Gattungen sind nicht voneinander unterscheidbar bzw. können nicht sicher einer Gattung zugeordnet werden. Sie sind wesentlich weiter verbreitet als die fertilen Stadien der genannten Taxa. Zudem sind sie auch zu Jahreszeiten im Gewässer anzufinden, in denen die „ausgewachsenen“ Thalli nicht auffällig sind. Aus diesem Grund wird das Vorkommen von Chantransia-Stadien auch in der GÜS-DB vermerkt, obwohl es sich nicht um ein Taxon im engeren Sinne handelt.

Daneben tritt in NRW mit *Heribaudiella fluviatilis* nur eine Art der Braunalgen auf. Sie kommt vielfach mit morphologisch ähnlichen Krusten vergesellschaftet vor, z. B. *Hildenbrandia rivularis* oder Flechten der Gattung *Verrucaria* und kann leicht übersehen bzw. verwechselt werden.

Gegenüber der vorherigen Version der Roten Liste (FRIEDRICH et al. 2011) sind folgende Änderungen zu verzeichnen:

- Auffällig sind die Änderungen bei der Systematik; die Angabe der Klassen und Familien folgt nun ELORANTA et al. (2011).
- *Bangia atropurpurea* wurde in der Roten Liste von 2010 aufgrund einer damals aktuellen Veröffentlichung (NELSON 2007) als *Bangiadulcis atropurpurea* angegeben. Diese Bezeichnung hat sich jedoch nicht durchgesetzt (ELORANTA et al. 2011; KNAPPE & HUTH 2014; GUIRY & GUIRY 2021).
- Aufgrund aktueller Nachweise wurden die Arten *Balbiania investiens*, *Batrachospermum vogesiacum*, *Kyliniella latvica* und *Lemanea rigida* neu aufgenommen.
- Nicht mehr enthalten ist *Batrachospermum virgato-decaisneanum* (aktueller Name: *Kumanoa virgatodecaisneana* (SIRODOT) ENTWISLE et al. 2009), das in der vorherigen Roten Liste aufgrund einer Fundangabe von DIEDERICH et al. (1995) enthalten und in Kategorie D eingestuft war. Seitdem sind keine weiteren Angaben zu dieser Art gemacht worden. Auch sind uns weder ein wiederholter Nachweis von dem damaligen Standort noch weitere Meldungen für diese Art in Deutschland bekannt. Da *Kumanoa virgatodecaisneana* bereits in der bundesweiten Roten Liste (FOERSTER et al. 2018) nicht berücksichtigt wurde, wird die Art auch hier ausgelassen.
- Auch *Compsopogon hookeri* ist nicht mehr enthalten. *Compsopogon* wird lediglich auf Gattungsebene behandelt. Alle Arten dieser Gattung sind als Neophyten anzusehen, die jedoch langfristig keine Populationen in NRW etablieren konnten.

4 Rote Liste und Artenverzeichnis

Die landesweiten und regionalen Gefährdungseinstufungen gehen aus Tabelle 2 hervor.

Legende zur Roten Liste der Armelechteralgen in Nordrhein-Westfalen

Gefährdungskategorien

0	ausgestorben oder verschollen
1	vom Aussterben bedroht
2	stark gefährdet
3	gefährdet
G	Gefährdung unbekanntes Ausmaßes
R	extrem selten
V	Vorwarnliste
*	ungefährdet
D	Daten unzureichend
♦	nicht bewertet

Bezugsraum

RL	Nordrhein-Westfalen (2022 bzw. 2010)
TL	Tiefland
BL	Bergland
–	Art im Bezugsraum bislang nicht nachgewiesen

Neophyt

Neo	etablierter Neophyt
------------	---------------------

Gesetzlicher Schutz (§)

§	besonders geschützt nach Begriffsbestimmung § 7 Abs. 2 Nr. 13 BNatSchG
§§	streng geschützt nach Begriffsbestimmung § 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG

Endemit oder Subendemit bezogen auf Nordrhein-Westfalen (End)

End	Endemit (nur in Nordrhein-Westfalen vorkommend)
(End)	Subendemit (nur in Nordrhein-Westfalen und Nachbarregion vorkommend)

Verantwortlichkeit (Vaw)

!	weltweite Verantwortlichkeit Nordrhein-Westfalens für die Art oder Unterart, in hohem Maße verantwortlich
!!	weltweite Verantwortlichkeit Nordrhein-Westfalens für die Art oder Unterart, in besonders hohem Maße verantwortlich
(!)	weltweite Verantwortlichkeit Nordrhein-Westfalens für die Art oder Unterart, in besonderem Maße für hochgradig isolierte Vorposten verantwortlich

Kriterien (Ludwig et al. 2006)

Häufigkeitsklasse, aktuelle Bestandssituation (HK)

ex	ausgestorben
es	extrem selten
ss	sehr selten
s	selten
mh	mäßig häufig
h	häufig
sh	sehr häufig
?	unbekannt
nb	nicht bewertet

Langfristiger Bestandstrend (LT) (im Vergleich zur Bestandssituation vor 50–150 Jahren)

<<<	sehr starker Rückgang
<<	starker Rückgang
<	mäßiger Rückgang
(<)	Rückgang, Ausmaß unbekannt
=	gleich bleibend
>	deutliche Zunahme
?	Daten ungenügend
[leer]	ggf. wenn HK = nb oder ex

Kurzfristiger Bestandstrend (KT) (in der Regel in den letzten 10 bis ausnahmsweise 25 Jahren)

↓↓↓	sehr starke Abnahme
↓↓	starke Abnahme
(↓)	Abnahme mäßig oder im Ausmaß unbekannt
=	gleich bleibend
↑	deutliche Zunahme
?	Daten ungenügend
[leer]	ggf. wenn HK = nb oder ex

Risikofaktoren (RF)

-	negativ wirksam
=	nicht feststellbar
[leer]	ggf. wenn HK = nb oder ex

Tabelle 2: Rote Liste und Artenverzeichnis der Rotalgen (Rhodophyta) und Braunalgen (Phaeophyceae) in Nordrhein-Westfalen

RL 2022	Wissenschaftlicher Name	TL	BL	Neophyt	§ End. Vaw	HK	LT	KT	RF	Anmerkungen	RL 2011
Rhodophyta – Rotalgen											
★	<i>Audouinella chalybea</i>	R	★			s	?	↑	=	Anm. 5	3
★	<i>Audouinella hermannii</i>	R	★			mh	?	↑	=	Anm. 6	3
D	<i>Audouinella pygmaea</i>	D	D			s	?	=	=	Anm. 7	3
D	<i>Balbiania investiens</i>	–	D			?	?	?	=	Anm. 8	
D	<i>Bangia atropurpurea</i>	D	D			ss	?	=	=	Anm. 3	★
D	<i>Batrachospermum anatinum</i>	D	D			es	?	?	-	Anm. 9	3
G	<i>Batrachospermum atrum</i>	G	G			ss	?	=	-	Anm. 9	2
D	<i>Batrachospermum confusum</i>	D	D			es	?	?	-	Anm. 9	2
3	<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	3	3			mh	=	=	-	Anm. 9	3
D	<i>Batrachospermum helminthosum</i>	D	D			es	?	?	-	Anm. 9	D
R	<i>Batrachospermum vogesiacum</i>	–	R			es	?	?	-	Anm. 9	
◆	<i>Compsopogon</i> sp.			Neo						Anm. 4	◆
★	<i>Hildenbrandia rivularis</i>	R	★			mh	=	↑	=	Anm. 10	3
R	<i>Kyliniella latvica</i>	R	–			es	?	?	=	Anm. 2	
★	<i>Lemanea fluviatilis</i>	R	★			mh	?	↑	=	Anm. 11	3
R	<i>Lemanea rigida</i>	–	R			es	?	?	=	Anm. 11	
G	<i>Paralemanea catenata</i>	R	G			ss	?	?	=	Anm. 11	3
	<i>Paralemanea catenata</i> f. <i>catenata</i>								=	Anm. 11	
	<i>Paralemanea catenata</i> f. <i>nodosa</i>								=	Anm. 11	
D	<i>Porphyridium purpureum</i>	D	D			?	?	?	=	Anm. 1	D
D	<i>Thorea hispida</i>	D	–			?	?	?	=	Anm. 12	2
Phaeophyceae – Braunalgen											
G	<i>Heribaudiella fluviatilis</i>	–	G			s	?	↑	=	Anm. 13	1

5 Anmerkungen zu den Arten

5.1 Rotalgen

Anm. 1 *Porphyridium purpureum*

Es handelt sich um rundliche bzw. kugelförmige Einzeller. Die dunkelrot bis braunrot gefärbten Zellen sind etwa 7–12 µm groß und bilden unregelmäßig geformte, gelatinöse Lager an feuchten, schattigen und verschmutzten Stellen wie Mauerfüßen und Dunghaufen von Rindern. Daher sind diese Vorkommen kaum beachtet worden. Nach ELORANTA et al. (2011) ist die Art in ganz Europa häufig zu finden. Dagegen wurde in FRIEDRICH et al. (2011) angegeben, dass die Vorkommen z. B. am Fuß alter Mauern in Städten und Ortschaften durch Renovierungen offenbar seltener geworden sind.

Da diese Algenart nicht in Gewässern vorkommt, sondern aerophytisch wächst, sind in der GÜS-DB keinerlei Nachweise dieser Art zu finden. Leider liegen auch sonst keine weiteren Informationen, Publikationen oder Hinweise zum aktuellen Vorkommen dieser Art in NRW vor. Aufgrund des Mangels an Daten bleibt es bei der Einstufung in die Kategorie D, sowohl landesweit als auch in den beiden Regionen Bergland und Tiefland. Eine intensivere Suche nach dieser Art an potentiell geeigneten Standorten wäre notwendig, um zu überprüfen, ob eine Einstufung als verschollen (so wie in Baden-Württemberg; SCHÜTZ 2019) oder sogar als ausgestorben gerechtfertigt wäre. In der bundesweiten Roten Liste (FOERSTER et al. 2018) wurde *Porphyridium purpureum* in die Kategorie R eingestuft.

Anm. 2 *Kyliniella latvica*

Im November 2014 wurde *Kyliniella latvica* in einem Braunkohlerestsee am Südrand der Niederrheinischen Bucht gefunden (SCHIFFELS 2015). Dieser Fund ist nicht nur für NRW, sondern für ganz Deutschland bedeutend, da noch in KNAPPE & HUTH (2014) nur Fundorte aus anderen Ländern angegeben sind, wie z. B. Frankreich, Österreich, Lettland und Schweden. Im künstlich entstandenen und durch Sümpfungswässer beeinflussten Blausteinsee war *Kyliniella latvica* als Knäuel von gallertigen, bis zu mehreren Zentimeter langen und violett bis braunrosa gefärbten Fäden locker an Triebe von Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*) angeheftet. Die Fäden bestehen aus einer Reihe von 7 – 15 µm breiten Zellen, die von einer dicken Gallerthülle umgeben ist.

Kyliniella latvica wurde für das Tiefland in die Kategorie R eingestuft. Diese Kategorie wurde auch für die landesweite Einstufung übernommen, da aus dem Bergland keine Nachweise vorliegen. In der bundesweiten Roten Liste (FOERSTER et al. 2018) wurde die Art in Kategorie D eingestuft.

Anm. 3 *Bangia atropurpurea*

Die Alge ist bereits aufgrund ihrer leuchtend rostroten fädigen Thalli leicht erkennbar und tritt vor allem in der Wellenschlagzone der großen Flüsse (Rhein, Weser) und

Schiffahrtskanäle auf. Mitunter bildet sie ausgedehnte Bestände, wobei die Individuendichte von Jahr zu Jahr stark schwanken kann. Auch an kleineren Gewässern kann *Bangia atropurpurea* an Standorten auftreten, die nicht dauerhaft unter Wasser getaucht sind (z. B. an Mühlrädern oder im Spritzwasserbereich von kleinen Wasserfällen). Solche Sonderstandorte werden bei den gewässerbiologischen Untersuchungen des LANUV nicht erfasst. An Rhein und Weser finden zwar Untersuchungen statt, jedoch ist die Zahl der Messstellen dort begrenzt. Daraus erklären sich die sehr geringen Fundangaben. Gemäß der GÜS-DB kommt *Bangia atropurpurea* in beiden betrachteten Zeiträumen (2008–2012 sowie 2013–2017) extrem selten vor.

Bereits STEUSLOFF (1934) beschrieb – stellenweise sehr ausgedehnte – Vorkommen von *B. atropurpurea* im nordrhein-westfälischen Teil des Dortmund-Ems-Kanals und im Rhein-Herne-Kanal. Bei stichprobenhaften Nachsuchen im Rhein-Herne-Kanal konnte ein Teil der angegebenen Fundorte aktuell bestätigt werden. Auch aus dem Wesel-Datteln-Kanal liegen ältere und aktuelle Nachweise vor. Die Art ist sicherlich etwas häufiger zu finden als die Daten der GÜS-DB (extrem selten) es vermuten lassen. Daher wurde letztendlich die Häufigkeitsklasse „sehr selten“ gewählt.

Nach PFISTER et al. (2016) tritt *B. atropurpurea* bevorzugt bei meso-eutrophen und β -mesosaprotrophen Verhältnissen auf. Auch die Auswertungen von ROLAUFFS et al. (2020) zeigen, dass *B. atropurpurea* durchaus eine gewisse Nährstoffbelastung verträgt.

Obwohl die Anwendung des vom BfN vorgegebenen Schemas zur Kategorie „ungefährdet“ führt, wurde die Art letztendlich aufgrund der aktuell dürftigen Datenlage in die Kategorie D eingestuft; und zwar sowohl für die beiden Regionen als auch landesweit. In der vorherigen Version der Roten Liste (FRIEDRICH et al. 2011) galt die Art noch als „ungefährdet“, was vor allem auf den persönlichen Beobachtungen der Verfasserinnen und Verfasser beruhte, wonach *Bangia atropurpurea* entlang des Rheins ausgedehnte Bestände bildete. Im Rahmen des operativen Monitorings nach WRRL werden dagegen nur sehr wenige Messstellen entlang des Rheins vom LANUV auf das Vorkommen benthischer Algen untersucht. Eine gezielte Nachsuche in den Rheinabschnitten zwischen den LANUV-Messstellen ebenso wie an anderen größeren Gewässern wäre nötig, um die Bestandsgröße dieser Art besser einschätzen zu können.

Anm. 4 ***Compsopogon spp.***

Nach ELORANTA et al. (2011) und KNAPPE & HUTH (2014) können in Fließgewässern in Europa insgesamt 5 Arten dieser vorwiegend tropisch/subtropisch verbreitete Gattung auftreten, wobei für NRW bislang Angaben zu *C. hookeri* und *C. caeruleus* vorliegen. Es ist davon auszugehen, dass es sich bei den vereinzelt gefundenen Funden in NRW um Aquarienflichtlinge mit geringer Ausbreitungstendenz handelt. Selbst ein Überdauern am Standort ist schwierig, wenn die Wassertemperaturen im Winter unter 15°C sinken. Somit ist für die meisten Gewässer nicht zu erwarten, dass sich aus den vereinzelt gefundenen Populationen etablieren. Die Arten dieser Gattung werden daher als Neophyten angesehen und nicht eingestuft.

Die großen Vorkommen der 1970er Jahre, als in der unteren Erft regelmäßig bis über einen Meter lange Thalli vorgefunden wurden, sind bereits seit den 1980er Jahren deutlich zurückgegangen. Aktuell werden nur selten kleine Bestände von bis zu ca. 20 cm langen, dunkel graugrünen, fast schwärzlichen und kaum verzweigten Fäden angetroffen. Die Fäden sitzen meist in Büscheln gehäuft auf festen Substraten oder auf Makrophyten. Auch an Emscher, Lippe und Stever wurden in den letzten Jahren vereinzelt kleine Bestände angetroffen. Jedoch ist die Artbestimmung schwierig bzw. das aktuell vorzufindende Material ist in der Regel so klein und dürrig, dass eine Artbestimmung nicht mit Sicherheit erfolgen kann. Daher liegen die meisten Einträge in der GÜS-DB nur auf Gattungsebene vor.

Anm. 5 ***Audouinella chalybea***

Trotz der anhaltenden Diskussion darüber, ob die bläulich gefärbten Formen als eigenständige *Audouinella*-Arten angesehen werden können oder ob es sich bei ihnen um Chantransia-Stadien handelt (ZUCCHI & NECCHI 2003), werden sie bei ELORANTA et al. (2011) und bei KNAPPE & HUTH (2014) als eigenständige Arten geführt. *A. chalybea* bildet graublau gefärbte, kurze, verzweigte Fäden, die auf Steinen oder anderen festen Substraten in Fließgewässern in kleinen, weichen Büschelchen wachsen. In der GÜS-DB wurde *A. chalybea* im Zeitraum 2008–2012 bei etwa 7 % der Untersuchungen und im Zeitraum 2013–2017 bei etwa 10 % der Untersuchungen nachgewiesen, was formal als Zunahme von „selten“ nach „mäßig häufig“ gewertet werden könnte. Im Vergleich mit den Fundhäufigkeiten anderer *Audouinella*-Arten wurde aber entschieden, bei der Kategorie „selten“ zu bleiben. Zur langfristigen Entwicklung lässt sich keine gesicherte Aussage treffen. Die Art wurde bereits von ROYERS (1903) gefunden und laut BUDDE (1942) auch von Thienemann 1911/1912 erwähnt. Im weiteren Verlauf gibt es keine kontinuierlichen Angaben, was aber auch durch unterschiedliche Auffassungen hinsichtlich der taxonomischen Stellung dieser Formen bedingt sein kann.

Nach PFISTER et al. (2016) weist die Art einen leichten Verbreitungsschwerpunkt bei polytrophen und β - bis α -mesosaprobien Verhältnissen auf, ist jedoch insgesamt ein Indikator mit geringer Gewichtung. Auch die Auswertungen in ROLAUFFS et al. (2020) zeigen, dass *A. chalybea* eine deutliche Nährstoffbelastung verträgt. SONNENBURG (2021) fand *A. chalybea* an lediglich zwei Stellen in seinem Untersuchungsgebiet; eine davon befand sich unmittelbar am Ausfluss einer Kläranlage, wo die Art gemeinsam mit *A. hermannii* vorkam.

Diese Art tritt vorwiegend im Bergland auf, ist aber auch in den Gewässern im Tiefland auf entsprechendem Hartsubstrat zu finden. Trotz der im Vergleich zu *A. hermannii* deutlich geringeren Nachweiszahlen gilt das Vorkommen dieser Art sowohl landesweit als auch für die Region Bergland als „ungefährdet“, da sie nicht so anspruchsvoll ist und auch in belasteten Gewässerabschnitten auftreten kann. Für die Region Tiefland erfolgte aufgrund der geringen Fundzahlen eine Einstufung in die Kategorie R, auch wenn diese Art in den Tieflandgewässern etwas häufiger auftritt als die beiden anderen Arten der Gattung *Audouinella*. In der bundesweiten Roten Liste (FOERSTER et al. 2018) wurde *A. chalybea* ebenfalls als ungefährdet eingestuft.

Anm. 6 ***Audouinella hermannii***

Diese Art ist aufgrund der deutlich weinroten Färbung etwas auffälliger und leichter zu entdecken. Die kurzen, verzweigten Fäden stehen in kleinen, weichen Büschelchen zusammen und wachsen auf unterschiedlichen Substraten – vor allem auf den Steinen und Kiesen am Bachbett, aber auch auf Holz sowie epiphytisch (häufig auf *Lemanea* oder *Paralemanea*).

In der GÜS-DB wurde *A. hermannii* im Zeitraum 2008–2012 bei etwa 11 % der Untersuchungen und im Zeitraum 2013–2017 bei etwa 17 % der Untersuchungen nachgewiesen. Das Auftreten der Art ist somit in beiden Zeiträumen als „mäßig häufig“ zu werten. *A. hermannii* wurde bereits von ROYERS (1903) angegeben, und laut BUDDE (1942) wurde die Art auch von THIENEMANN 1911/1912 erwähnt.

Nach den Auswertungen von PFISTER et al. (2016) sowie ROLAUFFS et al. (2020) ist *A. hermannii* die empfindlichste der *Audouinella*-Arten. Nach PFISTER et al. (2016) ist *A. hermannii* vorwiegend in meso-eutrophen sowie oligo- bis β -mesosaprobien Gewässerabschnitten zu finden, allerdings kann sie über einen weiten Bereich vorkommen. Diese breite Toleranz erklärt wahrscheinlich auch ein mengenmäßig großes Vorkommen unmittelbar am Ausfluss einer Kläranlage, wo diese Art gemeinsam mit *A. chalybea* auftrat (SONNENBURG 2021).

A. hermannii tritt vorwiegend im Bergland auf und ist nur sehr selten in den Gewässern im Tiefland zu finden. Daher ergeben sich unterschiedliche Einstufungen für diese beiden Regionen. Während die Art im Bergland als ungefährdet gilt, erfolgte für das Tiefland eine Einstufung in die Kategorie R. Für die landesweite Einstufung wurde ebenfalls „ungefährdet“ übernommen, was der Einstufung in der bundesweiten Roten Liste (FOERSTER et al. 2018) entspricht.

Anm. 7 ***Audouinella pygmaea***

Die Thalli sind klein und in der Regel nicht makroskopisch auffällig. Sie werden häufig erst bei der mikroskopischen Analyse der entnommenen Proben entdeckt. Hinzu kommen die Bestimmungsschwierigkeiten. Bei der üblichen lichtmikroskopischen Ansprache ist die Abgrenzung zu den sehr ähnlich aussehenden Chantransia-Stadien, die ein Stadium im dreiphasigen Generationszyklus der Rotalgengattungen *Batrachospermum*, *Lemanea*, *Paralemanea* und *Thorea* darstellen, besonders schwierig und kann nicht immer zweifelsfrei gelingen.

Gemäß der Daten in der GÜS-DB kommt *A. pygmaea* in beiden betrachteten Zeiträumen selten (jeweils bei etwa 7 % der Untersuchungen nachgewiesen) vor, der kurzfristige Bestandstrend ist somit gleichbleibend. Der langfristige Bestandstrend kann nicht eingeschätzt werden. Funde dieser Art wurden von ROYERS (1903) erwähnt. Im weiteren Verlauf gibt es nahezu keine Nennungen, was aber auch der unklaren taxonomischen Abgrenzung gegenüber *A. chalybea* geschuldet sein kann.

Nach PFISTER et al. (2016) tritt diese Art bevorzugt bei eu-polytrophen und β -meso-saprobien Verhältnissen auf, hat jedoch eine weite Toleranzspanne. Auch die Auswertungen in ROLAUFFS et al. (2020) zeigen, dass *Audouinella pygmaea* eine deutliche Nährstoffbelastung verträgt.

Da die Daten aus dem operativen Monitoring nach WRRL keinen Rückgang anzeigen, müsste diese Art gemäß der BfN-Methodik als „ungefährdet“ eingestuft werden. Davon wurde aufgrund der Bestimmungsschwierigkeiten und taxonomischen Probleme abgewichen. Die Art wurde sowohl landesweit als auch für die beiden Regionen in die Kategorie D eingestuft. Dies entspricht auch der Einstufung in der bundesweiten Roten Liste (FOERSTER et al. 2018).

Anm. 8 ***Balbiania investiens***

Diese Art wächst epiphytisch auf *Batrachospermum* und ist entsprechend schwierig zu finden. In einem aktuell laufenden Forschungsprojekt im Nationalpark Eifel wurde aktuell ein Fund gemeldet (leg. Eiseler, Schiffels, det. Gutowski). Auch wenn damit im Augenblick nur die Einstufung in die Kategorie D möglich ist, ist der Fund doch bedeutsam, da es deutschlandweit nur sehr wenige Nachweise dieser Art gibt (siehe FOERSTER et al. 2018). In der bundesweiten Roten Liste wurde *B. investiens* in die Kategorie 1, vom Aussterben bedroht, eingestuft.

Anm. 9 ***Batrachospermum*-Arten**

Die Artbestimmung innerhalb dieser Gattung ist recht schwierig, da mehrere Merkmale betrachtet werden müssen, die nicht immer zeitgleich auf einem Thallusstück ausgebildet sind. Daher beziehen sich sowohl in der Literatur als auch in der GÜS-DB viele Angaben auf das Gattungsniveau. Erschwerend kommt hinzu, dass Systematik und Taxonomie aufgrund neuer, genetischer Untersuchungsmethoden aktuell im Umbruch sind und deutliche Veränderungen (insbesondere eine Aufspaltung in mehrere Gattungen) zu erwarten sind.

In der GÜS-DB wurde *Batrachospermum* bei etwa 6–7 % der Probenahmen gefunden und nicht bis zur Art bestimmt. Bei weiteren 5 % der Probenahmen wurde ***Batrachospermum gelatinosum*** (Froschlaichalge) festgestellt. Unter der Annahme, dass es sich bei den nur auf Gattungsniveau angegebenen Funden in der GÜS-DB in der Mehrzahl wohl um das weit verbreitete *B. gelatinosum* handelt, wäre das Vorkommen von *B. gelatinosum* landesweit als mäßig häufig einzustufen. Bemerkenswert ist dabei die geringe, aber auffällige Zunahme der Funde in den Tieflandgewässern in den letzten Jahren. *B. gelatinosum* wurde bereits von ROYERS (1903) gefunden, und BUDDE (1942) bezeichnet ihr Vorkommen als „weit verbreitet“. Da sich weder lang- noch kurzfristig ein Rückgang abzeichnet, würde sich nach der Methode des BfN auch unter Berücksichtigung des Risikofaktors „Klimawandel“ die Einstufung „ungefährdet“ ergeben. Für diese Einstufung lässt sich unterstützend heranziehen, dass *B. gelatinosum* nicht nur in unbelasteten Gewässern (SONNENBURG 2021), sondern auch bei mittleren bis leicht erhöhten Nährstoffgehalten vorkommt (ROLAUFFS et al. 2020) bzw. einen

Schwerpunkt bei eutrophen Verhältnissen zeigt (PFISTER et al. 2016). In der Diskussion über die Einstufung überwog aber die Sorge, dass der fortschreitende Klimawandel durch die Erwärmung der Wassertemperaturen und die Gefahr des Trockenfallens weiter Strecken im Gewässeroberlauf das Vorkommen der *Batrachospermum*-Arten bedroht. Daher wird die bisherige Einstufung als gefährdet (Kategorie 3) fortgeführt.

Zudem ist Vorsicht geboten, da neuere taxonomische Erkenntnisse aufgrund genetischer Analysen darauf hinweisen, dass die aktuell unter *B. gelatinosum* geführten Funde zukünftig wahrscheinlich in mehrere Arten und ggf. sogar in unterschiedliche Gattungen aufgeteilt werden müssen. Die sehr weite ökologische Amplitude, das Vorkommen in unterschiedlichen Gewässertypen und -situationen und die sehr große Anzahl an Synonymen können ebenfalls als Hinweis darauf verstanden werden, dass aktuell zahlreiche verschiedene Arten unter diesem Namen zusammengefasst werden. In Baden-Württemberg wurden mehrere bisher unter *B. gelatinosum* eingeordnete Funde nach DNA-Analysen den morphologisch sehr ähnlichen Arten *Sheathia arcuata* (Kyllin) Salomaki & Vis 2014 und *Sheathia exigua* Salomaki & Vis 2014 zugeordnet (SCHÜTZ 2019). Dies könnte auch auf NRW zutreffen. Ein erster Hinweis darauf, dass in den Gewässern NRWs *Sheathia arcuata*, das in ELORANTA et al. (2011) noch als *Batrachospermum arcuatum* geführt wird, vorkommen könnte, liefert BUDDE (1942), der insgesamt 10 Fundorte aus unterschiedlichen Regionen NRWs für *Batrachospermum arcuatum* anführt. Aktuelle Angaben zu dieser Art fehlen dagegen völlig. Neben einer (noch nicht abgeschlossenen) Nachsuche an den genannten Fundorten sind hier vor allem die Schwierigkeiten bei der Artbestimmung zu beachten. Vielleicht werden erst genetische Untersuchungen zeigen, ob *Batrachospermum arcuatum* (resp. *Sheathia arcuata*) in NRW noch vorkommt.

***Batrachospermum atrum*:** Dieser Name wird hier aus Gründen der Konsistenz mit der genannten Bestimmungsliteratur verwendet, obwohl auf www.algaebase.org (GUIRY & GUIRY 2021) als aktuell gültiger Name *Torularia atra* (Hudson) Wynne 2019 angegeben wird.

In der GÜS-DB gibt es nur vereinzelte Nachweise, die vor allem die Region Bergisches Land betreffen. Landesweit ist das Vorkommen dieser Art als extrem selten zu werden. Nachdem das Vorkommen von *Batrachospermum atrum* in der Wupper bereits 1996 durch Frau Dr. Knappe bemerkt wurde, konnte SONNENBURG (2014, 2021) dort ausgedehnte Bestände feststellen. Die Art tritt dort kontinuierlich auf einer Länge von mehr als 20 km auf. In einzelnen Gewässerabschnitten waren sogar massenhafte Bestände festzustellen, die bis zu 40 % der gesamten Flussbreite bedecken. Auch unmittelbar unterhalb einer Kläranlage war *B. atrum* in großer Häufigkeit vorhanden. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von ROLAUFFS et al. (2020), wonach *B. atrum* eine deutliche Nährstoffbelastung verträgt. Andererseits tritt *B. atrum* offensichtlich auch in nährstoffärmeren Gewässern auf, so sind Frau Dr. Knappe auch Standorte in der Alme und dem Paderquellgebiet bekannt.

B. atrum wurde bereits von BUDDE (1942) gefunden, allerdings auch damals als „sehr selten“ angegeben. Da sich diese Einstufung über alle betrachteten Zeiträume wiederholt und sich somit weder lang- noch kurzfristig ein Rückgang abzeichnet, ergibt sich nach der Methode des BfN unter Berücksichtigung des Risikofaktors „Klimawandel“ die Einstufung „Gefährdung unbekanntes Ausmaßes“. Nach Überlegungen, ob

die Kategorie R das sehr seltene Auftreten dieser Art nicht besser abbildet, wurde letztendlich die Kategorie G sowohl für die landesweite Einstufung als auch für die beiden Regionen übernommen. In der bundesweiten Roten Liste (FOERSTER et al. 2018) ist *B. atrum* ebenfalls in die Kategorie G eingestuft.

Die anderen Arten dieser Gattung sind im Monitoring nach WRRL unterrepräsentiert bzw. werden gar nicht erfasst. Für eine belastbare Gefährdungseinstufung müssten verstärkt kleinere Gewässer, Bachoberläufe sowie quellnahe Bereiche untersucht werden. Zu drei weiteren Arten der Gattung *Batrachospermum* gibt es zumindest vereinzelte Nachweise in der GÜS-DB: ***Batrachospermum anatinum***, ***B. confusum*** und ***B. helminthosum*** werden aufgrund der sehr geringen Datenlage in die Kategorie D eingestuft, obwohl sich nach der BfN-Methodik die Kategorie R ergibt. In einem gerade laufenden Forschungsprojekt konnte ***B. confusum*** im Frühsommer 2021 in zwei Bächen im Nationalpark Eifel nachgewiesen werden (leg. Schiffels, Eiseler; det. Gutowski); vermutlich werden zukünftig weitere Funde für diese Art erfolgen.

Zusätzlich zu den sehr wenigen Fundzahlen und spärlichen Angaben in der Literatur (WIEGEL 1986; KILLMANN et al. 2015) sind taxonomische Schwierigkeiten bei der Abgrenzung der Arten anzuführen, die sich auch in teilweise sehr unterschiedlichen Angaben zur Ökologie widerspiegeln. Auf www.algaebase.org (GUIRY & GUIRY 2021) wird *Batrachospermum anatinum* inzwischen als Synonym für *Sheathia boryana* (Sirodot) Salomaki & Vis 2014 angesehen. *Sheathia boryana* beinhaltet demnach auch *Batrachospermum boryanum*, das von ROYERS (1903) und BUDDÉ (1942) von wenigen Standorten aus dem Süderbergland berichtet wurde und zu dem keine aktuellen Nachweise vorliegen.

Neu hinzugekommen ist jetzt ***Batrachospermum vogesiacum***, dessen aktueller Name auf www.algaebase.org (GUIRY & GUIRY 2021) mit *Virescentia vogesiaca* (T. G. Schultz ex Skuja) Necchi, Agostinho & Vis 2018 angegeben wird. Diese Art wurde einmalig im Hohen Venn gefunden, nahe der Landesgrenze (leg. Schiffels, det. Knappe) und ist somit als extrem selten in die Kategorie R einzustufen. Da diese seltene Art nur in Nordwesteuropa vorkommt, trägt NRW eine besondere Verantwortung. WOLFF & KNAPPE (2014) nennen einige Fundorte im Saarland und in Rheinland-Pfalz. In der Roten Liste Baden-Württemberg (SCHÜTZ 2019) ist sie als ausgestorben oder verschollen eingestuft.

Anm. 10 ***Hildenbrandia rivularis***

Diese Alge bildet auffällige, blutrote flache und klar abgegrenzte Lager auf Steinen. Sie ist neben *Batrachospermum gelatinosum* die am häufigsten genannte Süßwasserrotalge. Sie scheint eine gewisse Beschattung nicht nur zu tolerieren, sondern zu bevorzugen. Die Lager sind vor allem auf größeren Steinen zu finden. Wahrscheinlich ist sie aufgrund ihres langsamen Wachstums besonders auf lagestabiles Substrat angewiesen.

In der GÜS-DB wurde *Hildenbrandia rivularis* im Zeitraum 2008–2012 bei etwa 7 % der Untersuchungen und im Zeitraum 2013–2017 bei etwa 13 % der Untersuchungen nachgewiesen, so dass eine Zunahme von selten nach mäßig häufig zu verzeichnen

ist. Dabei tritt sie wesentlich häufiger in den Gewässern im Bergland als im Tiefland auf. Bereits BUDDE (1942) nennt das Vorkommen „in den Bächen der Gebirgsgegenden, Sauerland, Teutoburger Wald, weit verbreitet“, weshalb der langfristige Bestandstrend als gleichbleibend eingestuft wurde. Daher gilt *Hildenbrandia rivularis* im Bergland aktuell als „ungefährdet“. Unterstützt wird diese Einstufung durch die Auswertungen von PFISTER et al. (2016) sowie ROLAUFFS et al. (2020), wonach *Hildenbrandia rivularis* über eine weite Spanne von Nährstoffgehalten vorkommt und einen leichten Verbreitungsschwerpunkt bei eu-polytrophen und β -mesosaprobien Verhältnissen aufweist. In den Tieflandgewässern ist *H. rivularis* nur selten anzutreffen und wurde dort in die Kategorie R eingestuft. Für die landesweite Einstufung wurde die Einschätzung als „ungefährdet“ übernommen.

Anm. 11 ***Lemanea* und *Paralemanea***

Diese Algen bilden bis zu 20 cm lange, schmutziggrüne bis braun gefärbte, recht stabile und etwa 0,5 cm breite Hohlthalli aus, die mitunter deutlich in Knoten und Internodien gegliedert sind. Sie kommen in stark strömenden, saubereren Bächen und Flüssen der Mittelgebirge vor. Dort siedeln sie bevorzugt auf großen, lagestabilen Blöcken oft an der Strömungskante bzw. knapp über der Wasserlinie und bilden an manchen Stellen ausgedehnte Bestände. *Lemanea* und *Paralemanea* werden erst in neuerer Zeit als getrennte Gattungen angesehen. Ein wesentliches Merkmal zur Unterscheidung ist die Berindung des Zentralfadens, so dass für eine korrekte Gattungsangabe mikroskopische Präparate erstellt und betrachtet werden müssen. Wenn sich ältere Nachweise nur auf *Lemanea spec.* beziehen, ist eine genaue Zuordnung im Nachhinein unmöglich.

Lemanea fluviatilis wurde gemäß der GÜS-DB im Zeitraum 2008–2012 bei etwa 6 % der Untersuchungen und im Zeitraum 2013–2017 bei etwa 14 % der Untersuchungen nachgewiesen, so dass eine Zunahme von selten nach mäßig häufig zu konstatieren ist. Die Art tritt nahezu ausschließlich im Bergland auf. SONNENBURG (2021) fand *L. fluviatilis* in mehreren Bächen im Einzugsgebiet der Wupper und auch in der Wupper selbst mit teilweise hohen Deckungsgraden. Bereits ROYERS (1903) und BUDDE (1942) berichten von Funden von *L. fluviatilis*. Im weiteren Verlauf gibt es keine kontinuierlichen Angaben, woraus sich jedoch keine Schlüsse zum Auftreten der Art ableiten lassen, da es vor allem die Intensität der Untersuchungen bzw. die Aufmerksamkeit der Untersuchenden belegt. Daher muss der langfristige Bestandstrend als unbekannt gelten.

L. fluviatilis bevorzugt kalk- und nährstoffarme Gewässer (KNAPPE & HUTH 2014, PFISTER et al. 2016, ROLAUFFS et al. 2020). Ihr Vorkommen in den Gewässern des Berglandes in NRW erscheint ungefährdet. Diese Einstufung wurde auch für die landesweite Einschätzung übernommen. Im Tiefland ist diese Art dagegen nur selten zu finden. Aktuell erfolgten Nachweise von *L. fluviatilis* im mündungsnahen Unterlauf der Wupper sowie in der Rur bei Düren. Beide Fundorte liegen in der Großlandschaft Niederrheinische Bucht und somit im Tiefland, betreffen dort aber schnell fließende Abschnitte mit rhithralem Charakter. Da dies auch in anderen größeren Gewässern grundsätzlich der Fall sein kann, wurde *L. fluviatilis* für die Region Tiefland in die Kategorie R eingestuft.

In dieser Roten Liste neu aufgeführt ist die Art *Lemanea rigida* (Sirodot) De Toni 1897, obwohl ihre aktuelle Verbreitung schwierig einzuschätzen ist, da es nur wenige morphologische Merkmale gibt, um sie von *L. fluviatilis* zu unterscheiden. Nachdem WIEGEL (1986) sowie VAN DE WEYER et al. (1990) und WAHRENBURG et al. (1991) *L. rigida* in mehreren Gewässern in der Eifel (u.a. Schwalmbach/Perlenbach sowie Rur) gefunden haben, gelang bei der gezielten Nachsuche im Mai 2020 ein Fund von *L. rigida* an einer Stelle in der Kall (leg. Sonnenburg, det. Knappe). Es wären viel detailliertere Untersuchungen notwendig, um die Verbreitung und Häufigkeit des Vorkommens von *L. rigida* einzuschätzen. Aktuell kann sie nur als extrem selten in die Kategorie R eingestuft werden, ebenso wie in der bundesweiten Roten Liste (BfN 2018).

Innerhalb der Gattung *Paralemanea* ist die Artbestimmung ebenfalls schwierig. In der GÜS-DB finden sich nur Angaben auf Gattungsniveau (*Paralemanea* spp.). Alle Nachweise beziehen sich auf Gewässer im Mittelgebirge. Die Algen treten in beiden Zeiträumen sehr selten auf. BUDDE (1942) vermutete, dass er in den Oberläufen der Bergbäche vereinzelt *P. catenata* antraf, war sich jedoch der Bestimmung nicht sicher. Nach dem aktuellen Stand der Bestimmungsliteratur muss bei *P. catenata* zwischen den Formen *Paralemanea catenata* f. *catenata* und f. *nodosa* unterschieden werden. Aktuell wurden *Paralemanea catenata* f. *catenata* in zwei Gewässern im Süderbergland und *Paralemanea catenata* f. *nodosa* an mehreren Stellen in der Rur oberhalb und unterhalb von Düren nachgewiesen (leg., det. Sonnenburg, conf. Knappe). Bereits VAN DE WEYER et al. (1990) sowie WAHRENBURG et al. (1991) gaben Funde von *Lemanea nodosa* aus dem Mittellauf der Eifel-Rur an. In diesen Arbeiten wird auch einmal ein Fund von *Paralemanea annulata* erwähnt. Das Vorkommen dieser Art konnte bislang jedoch nicht bestätigt werden, weshalb die Art hier nicht weiter aufgeführt wird.

PFISTER et al. (2016) verwenden *Paralemanea catenata* nicht für die Trophieindikation, sehen sie aber als Indikator mit geringer Gewichtung für oligo- bis β -mesosaprobe Verhältnisse. Die Angaben in ROLAUFFS et al. (2020) beziehen sich auf die Gattung *Paralemanea*, die in karbonatisch geprägten Mittelgebirgsgewässern bei geringen Nährstoffgehalten ebenso auftrat wie in silikatisch geprägten Mittelgebirgsgewässern bei leicht erhöhten Nährstoffgehalten.

Vertreter beider Gattungen, sowohl *Lemanea* als auch *Paralemanea*, treten vorrangig in Gewässern im Bergland auf. In Tieflandgewässern kommen sie nur dort vor, wo eine hohe Strömung bzw. schnellere Fließgeschwindigkeiten vorherrschen, ein gewisser rhithraler Charakter also nach wie vor gegeben ist. Hier zeigt sich, dass die Unterteilung in die Regionen Bergland und Tiefland für die Fließgewässerarten nicht so eindeutig ist wie für terrestrische Arten.

Anm. 12 ***Thorea hispida***

Diese Alge ist wegen ihrer Größe und auffälligen Form relativ gut dokumentiert. Sie wurde bereits früh in den Westdeutschen Kanälen gefunden (STEUSSLOFF 1934).

Die Art kommt auch in saprobiell stärker belasteten Gewässern unter eutrophen Bedingungen vor und neigt dann zu Massenentwicklungen, ist aber insgesamt nur selten

zu finden. Am ehesten ist sie wohl in größeren Gewässern und in den Kanälen zu erwarten (KAISER 2003). In der GÜS-DB ist lediglich ein Nachweis aus der Lippe verzeichnet, und zwar aus dem Jahr 2006 (und somit außerhalb der hier betrachteten Zeiträume für den aktuellen Bestand bzw. den kurzfristigen Bestandstrend). Daher wird die Art für die Region Tiefland in die Kategorie D eingestuft. Diese Kategorie wird auch für die landesweite Einstufung verwendet. Für das Bergland ist nicht mit einem Vorkommen zu rechnen.

5.2 Braunalgen

Anm. 13 *Heribaudiella fluviatilis*

Von den wenigen limnischen Braunalgen kommt in Nordrhein-Westfalen nur diese eine Art vor. Sie bildet sehr unauffällige, dunkelbraune flache Lager auf Steinen. Oft besiedelt sie dieselben Steine wie *Hildenbrandia rivularis*. In der Praxis wird sie oft erst bei der mikroskopischen Analyse der Steine entdeckt und nur selten schon direkt bei der Gewässeruntersuchung vermerkt.

Die Art galt bei FRIEDRICH et al. (2011) als extrem selten. Inzwischen hat sich gezeigt, dass sie offensichtlich häufiger in den Gewässern vorkommt. Gemäß der Daten in der GÜS-DB wurde *Heribaudiella fluviatilis* im Zeitraum 2008–2012 landesweit bei etwa 4 % der Untersuchungen und im Zeitraum 2013–2017 bei etwa 9 % der Untersuchungen nachgewiesen; allerdings tritt sie fast ausschließlich im Bergland auf. Bereits BUDDE (1942) bezeichnete das Vorkommen als „weit verbreitet“. Es ist unklar, ob die Art in der Zwischenzeit rückgängig war und nun wieder zunimmt, oder ob die Bestände der Art einfach häufig übersehen wurden. Der langfristige Bestandstrend muss daher weiterhin als unbekannt gelten.

Aufgrund der Zunahme beim kurzfristigen Bestandstrend führt das Einstufungsschema des BfN zur Kategorie „ungefährdet“. Das erscheint unpassend. Solange nicht klar ist, ob die kurzfristige Zunahme bei den Nachweiszahlen wirklich auf eine Ausbreitung der Vorkommen zurückzuführen ist oder nicht vielmehr durch eine vermehrte Untersuchungsaktivität und gesteigerte Erfahrung bei den Untersuchenden bedingt ist, sollte der Status „ungefährdet“ nicht voreilig vergeben werden. Da die Datenlage nicht ausreicht, um eine gesicherte Entscheidung darüber zu treffen, ob eine Einordnung in Kategorie 2 oder 3 erfolgen soll, wurde nach Diskussion entschieden, *Heribaudiella fluviatilis* in Kategorie G einzustufen.

Diese Art tritt vorwiegend im Sieger- und Sauerland sowie im Bergischen Land auf. In den anderen Mittelgebirgsregionen tritt sie seltener auf, und aus dem Tiefland sind gar keine Funde bekannt. Die Auswertungen von ROLAUFFS et al. (2020) zeigen, dass *Heribaudiella fluviatilis* in NRW häufiger vorkommt als in anderen Bundesländern.

Gegenüber der Roten Liste aus 2010 ist somit eine Verbesserung festzustellen. Als Grund lässt sich die bessere Datenlage benennen, da nun wesentlich mehr Untersuchungen aus dem ganzen Land vorliegen und die Untersuchenden inzwischen mehr Erfahrung darin haben, die unauffälligen Bestände zu entdecken.

6 Auswertung

Von den 18 einheimischen Rotalgenarten, die in Nordrhein-Westfalen vorkommen, können lediglich vier Arten als ungefährdet gelten (Tabelle 3). Drei Arten sind gefährdet. Davon ist bei zwei Arten eine Gefährdung anzunehmen (Kategorie G), ohne dass diese genauer gefasst werden kann. Lediglich bei einer Art (*Batrachospermum gelatinosum*) liegen ausreichend verlässliche Daten vor, um diese Art sicher in Kategorie 3 einzustufen. Während drei weitere Arten auf Grund ihrer extremen Seltenheit in Kategorie R eingestuft wurden, können acht Arten wegen der geringen Datenlage lediglich in Kategorie D eingestuft werden. Die einzige limnische Braunalge, die in den Gewässern NRW bekannt ist, wurde in Kategorie G eingestuft.

Tabelle 3: Anzahl der heimischen Arten in den verschiedenen Gefährdungskategorien

Kategorie	Anzahl Arten Rotalgen	Rotalgen: %-Anteil	Anzahl Arten Braunalgen	Braunalgen: %-Anteil
Kat. 0				
Kat. 1				
Kat. 2				
Kat. 3	1	6		
Kat. G	2	11	1	100
Kat. R	3	17		
Kat. V				
Kat. D	8	44		
ungefährdet	4	22		
nicht bewertet				

Dies zeigt, dass der Stand unserer Kenntnisse über die tatsächliche Verbreitung der Rot- und Braunalgen in NRW nach wie vor sehr lückenhaft ist. Auch in der Literatur wird das Vorkommen von Algen vergleichsweise selten erwähnt. Die Fundorte liegen vielfach sehr weit voneinander entfernt, während für viele potenziell geeignete Standorte Angaben fehlen.

Durch das Routine-Monitoring, das für die Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie erforderlich ist, hat sich unser Kenntnisstand in einigen Punkten deutlich verbessert. Es zeigte sich, dass zumindest einige Arten der Rotalgen wesentlich häufiger vorkommen als zunächst zu erwarten war - dies gilt z. B. für *Audouinella chalybea*, *Audouinella hermannii*, *Lemanea fluviatilis* und *Hildenbrandia rivularis*. Diese Arten können nun als ungefährdet gelten, während sie in der vorherigen Version der Roten Liste (FRIEDRICH et al. 2011) noch in die Kategorie 3 eingestuft wurden. Die verbesserte Einstufung ist in erster Linie auf den Kenntniszuwachs zurückzuführen. Zu einem geringeren Teil mag die verbesserte Einstufung auch methodisch bedingt sein.

Auch für *Heribaudiella fluviatilis* hat sich die Gefährdungseinschätzung deutlich verbessert. Die einzige limnische Braunalge, die in den Gewässern NRW vorkommt, wurde von FRIEDRICH et al. (2011) in die Kategorie 1 eingestuft. Aufgrund des Kenntniszuwachses in den letzten Jahren können wir nun mit Sicherheit davon ausgehen, dass diese Beurteilung zu

streng war. Da jedoch noch unklar ist, ob eine Einordnung in Kategorie 2 oder Kategorie 3 passend ist, bleibt es zunächst bei der Kategorie G.

Verschlechtert hat sich hingegen die Einstufung für *Bangia atropurpurea*, die vorher als ungefährdet gesehen wurde und jetzt in Kategorie D eingestuft ist. Dies ist zu einem wesentlichen Teil darauf zurückzuführen, dass für das operative Monitoring nach WRRL nur sehr wenige Messstellen entlang des Rheins auf das Vorkommen benthischer Algen untersucht werden; an den Kanälen finden derartige Untersuchungen gar nicht statt. An diesen speziellen Standorten wäre daher eine gezielte Nachsuche notwendig, um die Bestandsgröße dieser Art besser einschätzen zu können. Auch für *Thorea hispida* müssten gezielte intensive Nachsuchen erfolgen, um zukünftig eine verlässlichere Gefährdungseinschätzung abgeben zu können.

Erforderlich sind weiterhin gezielte Untersuchungen an quellnahen Gewässerabschnitten, Bachoberläufen sowie weiteren kleinen Gewässern. Auch Stehgewässer (Seen und Talsperren) müssen in die Betrachtung mit aufgenommen werden. Wie das Beispiel von SCHIFFELS (2015) zeigt, können hier interessante Beobachtungen gemacht werden.

7 Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen

Für den Schutz der limnischen Rot- und Braunalgen ist neben der ohnehin erforderlichen Reinigung der häuslichen und industriellen Abwässer auch die Fernhaltung von toxischen Stößen, z. B. durch Pflanzenbehandlungsmittel, notwendig. Um der Konkurrenz durch eutraphente, stärker wüchsige Makrophyten und Fadenalgen entgegenzutreten, ist die Reduzierung der Einträge von Pflanzennährstoffen erforderlich. Dies gilt für kontinuierliche Einleitungen z. B. durch Kläranlagen, sporadische Einträge durch Mischwassereinleitungen sowie diffuse Nährstoffeinträge. Ein bisher zu wenig beachtetes Problem ist die Ablagerung von feinen Feststoffen in den Poren der Gewässersohle und auf Hartsubstraten als Folge der Erosion von den Äckern im Einzugsgebiet. Versandete bzw. verschlammte Fließgewässerabschnitte können von den meisten limnischen Rot- und Braunalgen nicht gut besiedelt werden. Auch für andere Fließgewässerorganismen (insbesondere Makrozoobenthos und Fische) stellt die Abdeckung der Oberflächen bzw. die Kolmation (Verstopfung) des Lückensystems am Gewässergrund ein wesentliches Problem dar, das zu biologischer Verödung führen kann.

Die starke Bindung von Rot- und Braunalgen an feste Substrate und die Bevorzugung schattiger Gewässerabschnitte erfordern außerdem angepasste Maßnahmen bei der Gewässerunterhaltung und -renaturierung. Zu nennen sind das Belassen von Gehölzen am Ufer sowie das Sichern bzw. Einbringen naturraum- bzw. gewässertypischer Steine und größerer Blöcke. Auch Totholz und die Blattstiele von Makrophyten können für manche Rotalgen (*Chantransia*-Stadien oder *Batrachospermum*-Arten) geeignete Substrate sein (vgl. z. B. WAGNER 1995). Die genannten Maßnahmen dienen gleichzeitig dem Schutz anderer, ebenfalls gefährdeter Pflanzen und Tiere der Gewässer.

Auch bestimmte Methoden der Gewässerunterhaltung wie Sohlmahd oder Sohlräumung stellen einen drastischen Eingriff in die Biozönose des Gewässers dar und können vorhandene Rotalgen-Bestände stark schädigen oder sogar komplett vernichten. Ebenso können strukturelle Veränderungen der Gewässer (z. B. durch nicht umfassend vorbereitete Renaturierungsmaßnahmen) Habitate unbrauchbar machen. Da die Algen bei der Gewässerbewirtschaftung

bisher zu wenig Beachtung finden, liegen keine verlässlichen Daten vor, anhand derer sich diese Befürchtungen für jede einzelne Art genau quantifizieren und prognostizieren ließe.

Als indirekt wirkender Risikofaktor ist der Klimawandel zu nennen. Insbesondere für die Arten der Gattung *Batrachospermum* stellt die Klimaerwärmung einen bedeutsamen Risikofaktor dar, der sich auf mehrfache Weise negativ auf das Vorkommen auswirkt. Zum einen gedeiht *Batrachospermum* gut bei Wassertemperaturen zwischen 5 und 12°C (KNAPPE & HUTH 2014). Ein Anstieg der Wassertemperaturen verkürzt somit die Phasen optimaler Wachstumsbedingungen. Das Vorhandensein einer gut ausgeprägten Ufervegetation hilft zumindest, einen übermäßigen Anstieg der Wassertemperaturen im Sommer zu verhindern. Zum anderen war in den von starker Dürre geprägten Jahren 2018–2020 ein vermehrtes Austrocknen von Gewässern festzustellen. *Batrachospermum* siedelt häufig in Oberläufen und quellnahen Bereichen. Eine geringe Schüttung bzw. verminderte Wasserführung führt schnell zu einer deutlichen Reduktion der Gewässerbreite, wodurch zunächst die Fläche des potentiell besiedelbaren Bereiches abnimmt. Schlimmstenfalls fällt das Gewässer dann komplett trocken und steht somit als Habitat nicht zur Verfügung. Ob die *Batrachospermum*-Bestände ein solches Ereignis überstehen und das Gewässer wieder besiedeln können, hängt sicherlich stark vom Zeitpunkt und von der Dauer des Trockenfallens ab; jedoch liegen uns dazu keine gesicherten Erkenntnisse vor.

9 Literatur

- BUDDE, H. (1942): Die Algenflora Westfalens und der angrenzenden Gebiete. Decheniana 101 B: 131-214 (L1 - L 18).
- DIEDERICH, A., NEUMANN, D. & BORCHERDING, J. (1995): Flora und Fauna in Gräben in der niederrheinischen Auenlandschaft. Natur und Landschaft 70, S. 263 – 268.
- ELORANTA, P., KUSEL-FETZMANN, E. & KWANDRANS, J. (2011): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 7 / Freshwater Flora of Central Europe, Vol. 7: Rhodophyta and Phaeophyceae. Spektrum Akademischer Verlag, 155 S. ISBN: 3827420512.
- EUROPÄISCHE UNION (2000): Richtlinie/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Union, L 327/1, 22.12.2000.
- FOERSTER, J., KNAPPE, J. & GUTOWSKI, A. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der limnischen Braunalgen (Phaeophyceae) und Rotalgen (Rhodophyta) Deutschlands. – In: METZING, D., HOFBAUER, N., LUDWIG, G. & MATZKE-HAJEK, G. (Bearb.): Rote Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 7: Pflanzen. – Bonn (Bundesamt für Naturschutz). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (7): 535–564. <https://www.rote-liste-zentrum.de/de/Download-Pflanzen-1871.html>
- FRIEDRICH, G. (1966): *Compsopogon hookeri* MONTAGNE neu für Deutschland. Nova Hedwigia 12 (3/4), S. 399-403.
- FRIEDRICH, G. (1973): Ökologische Untersuchungen an einem thermisch anomalen Fließgewässer (Erft/Niederrhein). Schriftenreihe der Landesanstalt für Gewässerkunde und Gewässerschutz NRW 33, S. 1-125.
- 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. Fassung, Stand August 2010. In LANUV (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 4. Fassung, 2011 – LANUV Fachbericht 36, Band 1, S. 285 – 300.
- GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. (2021): *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 09 August 2021.
- KAISER, I. (2003): *Thorea ramosissima* - im Main in Unterfranken, Bayern, wieder entdeckt. Lauterbornia 48, S. 13 – 14.
- KILLMANN, D., LEH, B. & FISCHER, E. (2015): Die Süßwasserotalgen der Ahr – Ergebnisse einer Kartierung von der Quelle bis zur Mündung. Decheniana 168, S. 26-41.
- KNAPPE, J. & HUTH, K. (2014): Rotalgen des Süßwassers in Deutschland und in angrenzenden Gebieten. Bibliotheca Phycologica, Band 118. 142 Seiten, ISBN 978-3-443-60045-7.
- LUDWIG, G., HAUPT, H., GRUTTKE, H. & BINOT-HAFKE, M. (2006): Methodische Anleitung zur Erstellung Roter Listen gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze. BfN-Skripten 191, S. 1-97.

- NELSON, W.A. (2007): *Bangiadulcis* gen. nov.: a new genus for freshwater filamentous Bangiales (Rhodophyta). *Taxon* 56 (3), S. 883-886.
- PFISTER, P., HOFMANN, G. & EHRENSPERGER, G. (2016): Fließgewässer Phytobenthos – Überarbeitung des Trophie- und Saprobie-Bewertungssystems nach ROTT et al. 1997, 1999. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- 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. Umweltbundesamt Texte 23/2020.
- ROYERS, H. (1903): Beitrag zur Algenflora des bergischen Landes und benachbarter Gebiete. Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins in Elberfeld, 10. Heft, S. 25 – 94. <https://www.naturwissenschaftlicher-verein-wuppertal.de/verein/publikationen/herunterladen>
- SCHIFFELS, S. (2015): *Kyliniella latvica* Skuja, 1926, neu in Deutschland. *Lauterbornia* 79, S. 181-189
- SCHMEDTJE, U., GUTOWSKI, A., HOFMANN, G., LEUKART, P., MELZER, A., MOLLENHAUER, D., SCHNEIDER, S. & TREMP, H. (1998): Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophyten-dominierten Fließgewässern. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 4/98, 501 S.
- SCHÜTZ, W. (2019): Erläuterungen zur Roten Liste der limnischen Rot- und Braunalgen Baden-Württembergs, LUBW Online-Veröffentlichung. <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/natur-und-landschaft/rote-listen>
- SONNENBURG, F. (2014): Nachweise der gefährdeten Rotalge *Batrachospermum atrum* (Hudson) Harvey (Rhodophyta) in der Wupper. Jahresbericht des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal 63, S. 215–222.
- SONNENBURG, F. (2021): Rotalgen (Rhodophyta) und Braunalgen (Phaeophyceae) im Einzugsgebiet der mittleren Wupper. *Jahrb. Bochumer Bot. Ver.* 12: 127–157.
- STEUSLOFF, U. (1934): Die Rhodophyceen *Bangia* und *Thorea* im Rhein-Herne-Kanal. – Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde Münster 5(6), S. 3-21.
- WAGNER, H.-G. (1995): Erste Übersicht über die Armeleuchteralgen (*Characeae*) des Raumes Osnabrück. – Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen 20/21: 101-140. Osnabrück.
- WAHRENBURG, P., WEYER, K. VAN DE & WIEGLEB, G. (1991): Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Rur, II. Zur Zonierung von Makrophyten im Fließgewässersystem der Rur. *Decheniana* 144, S. 4-21.
- WEYER, K. VAN DE, WAHRENBURG, P. & WIEGLEB, G. (1990): Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Rur, I. Die Fließgewässervegetation und ihre Bedeutung für Naturschutz und Landschaftspflege. *Decheniana* 143, S. 141-159.

- WIEGEL, H. (1986): Die Makrophytenbesiedlung der Kall (Eifel) und ihre Veränderungen zwischen 1979 und 1984. *Decheniana* 139, S. 205 – 2013.
- WOLFF, P. & KNAPPE, J. (2014): Die Süßwasser-Rotalgen (Rhodophyta, Rhodophyceae) im Saarland und Grenzgebieten. *Abhandlungen der Delattinia* 40: 137-160.
- ZUCCHI, M.R. & NECCHI JR., O. (2003): Blue-greenish acrochaetoid algae in freshwater habitats are "Chantransia" stages of Batrachospermales sensu lato (Rhodophyta). *Cryptogamie Algologie* 24(2):117-131

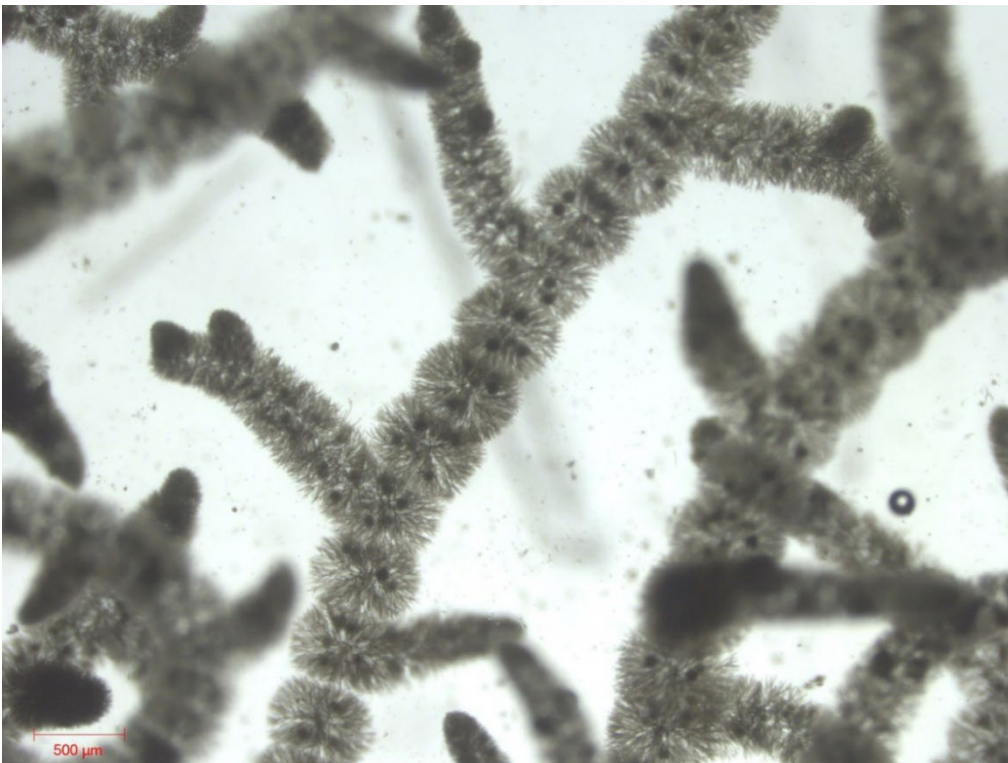
Anhang: Fotos ausgewählter Arten und Lebensräume



Strukturreiche silikatische Mittelgebirgsbäche (LAWA – Typ 5) bieten oft gute Habitatbedingungen für limnische Rotalgen: im Oberlauf ist das Wasser noch recht kühl und erwärmt sich dank der Beschattung durch die Ufergehölze auch im Sommer nicht so stark. Das Wasser ist nährstoffarm und streckenweise schnell fließend, eine riffle-pool-Sequenz ist deutlich ausgebildet, und die unterschiedlich großen Kiese und Steine an der Gewässer-
sohle sowie Blöcke und Totholz im Uferbereich stellen gute Substrate für die Anheftung dar. (Foto: LANUV)



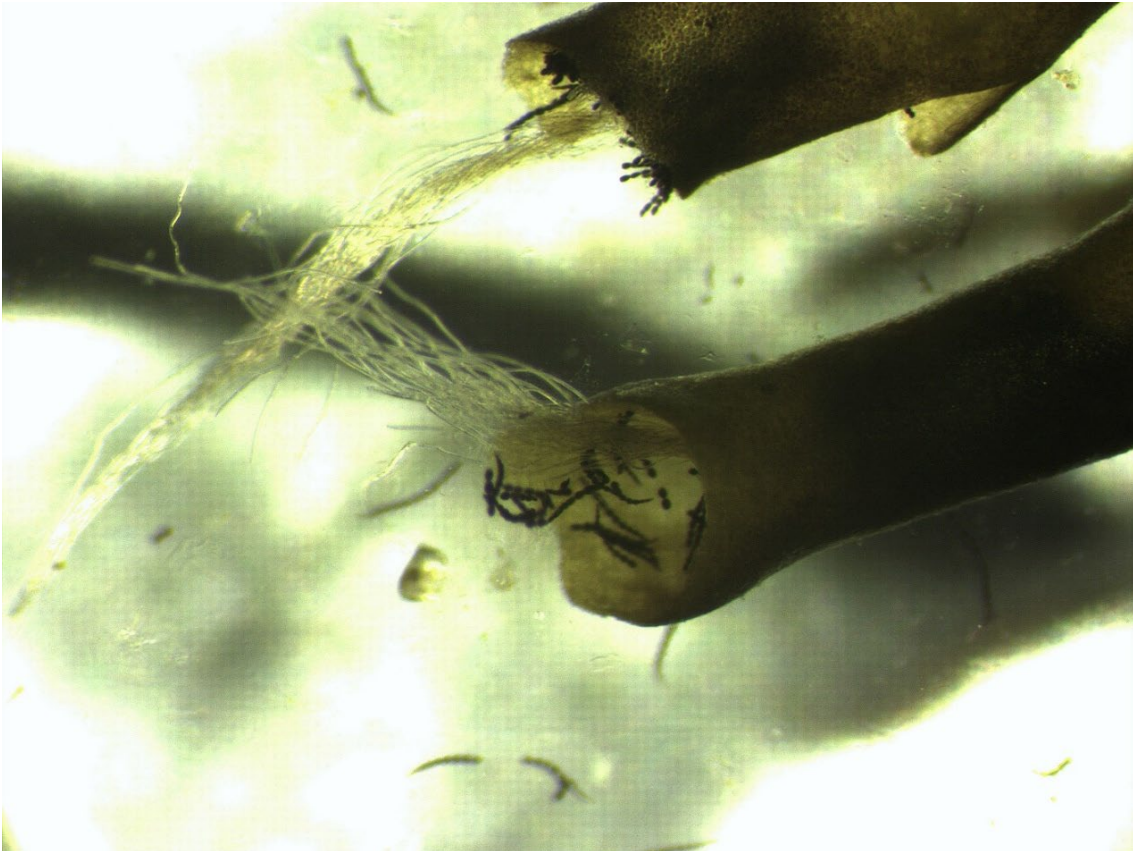
Die gelatinösen Thalli der Froschlaichalge *Batrachospermum gelatinosum* fluten in der Strömung dieses kleinen Baches im Wuppereinzugsgebiet. Sie kommen bevorzugt in beschatteten Bereichen bzw. in kühlerem Wasser vor und können in Quelltöpfen oder in quellnahen Gewässerabschnitten das ganze Jahr über zu finden sein. (Foto: F. Sonnenburg)



Im mikroskopischen Bild zeigt sich der wirtelige Aufbau der *Batrachospermum* - Thalli. Bezogen auf den dreiphasigen Lebenszyklus der limnischen Rotalgen stellen die makroskopisch auffälligen Thalli die haploiden Gametophyten dar. Als dunkle Punkte sind die diploiden Karposporophyten zu erkennen, aus denen später Karposporen freigesetzt werden. Daraus entwickeln sich die ebenfalls diploiden Chantransiastadien, die jedoch makroskopisch nur wenig auffällig sind. (Foto: LANUV)



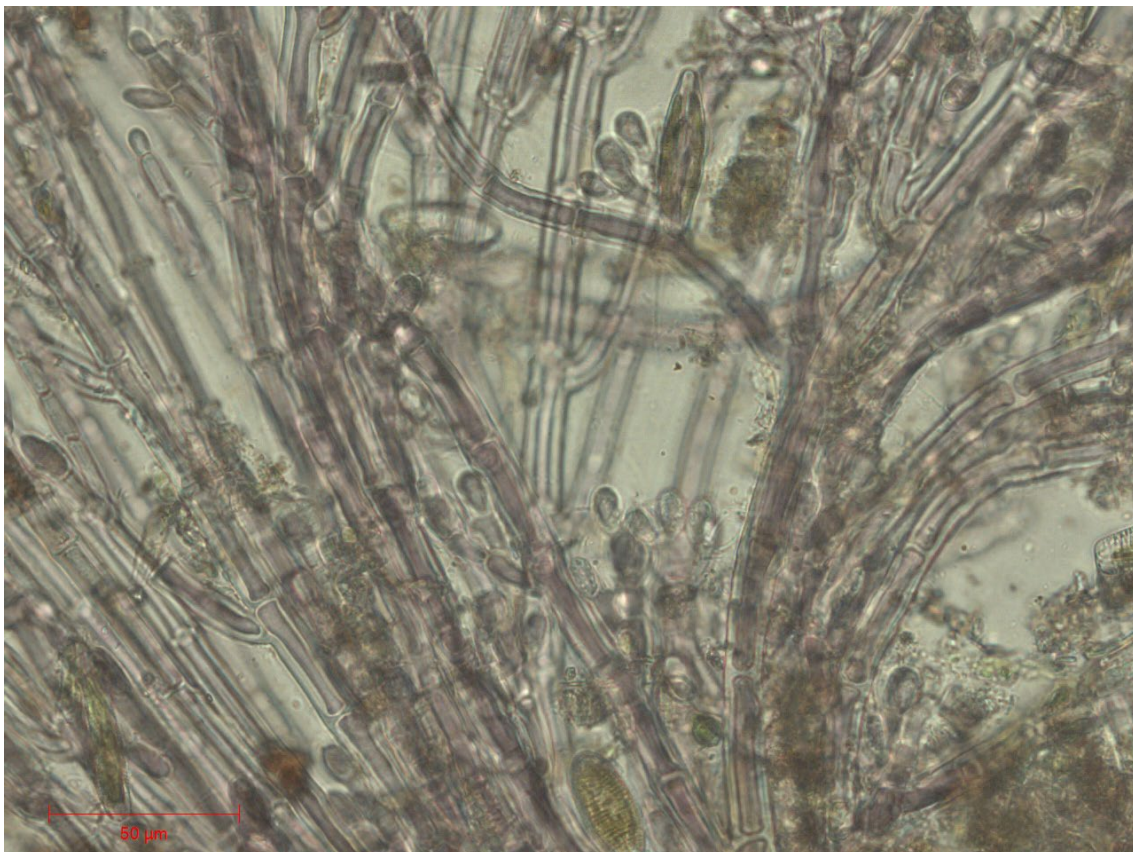
Büschelchen von *Paralemanea catenata* f. *nodosa* auf einem großen Stein in der Rur. Die olivgrün gefärbten Hohlhalli sind recht stabil und ertragen auch zeitweises Trockenfallen. Sie siedeln bevorzugt auf großen, lagestabilen Blöcken an der Strömungskante bzw. knapp über der Wasserlinie. (Foto: F. Sonnenburg)



Schnitt durch und Blick in einen Hohlhallus von *Paralemanea*, auffällig ist der berindete Zentralfaden. Fotoaufnahme an der Stereolupe mit ca. 50facher Vergrößerung. (Foto: LANUV)



Ein Faden von *Lemanea fluviatilis*, der im unteren Bereich dicht mit *Audouinella hermannii* bewachsen ist. Aufnahme in der Petrischale, ohne mikroskopische Vergrößerung. (Foto: LANUV)



Audouinella hermannii im mikroskopischen Bild bei 400facher Vergrößerung. (Foto: LANUV)



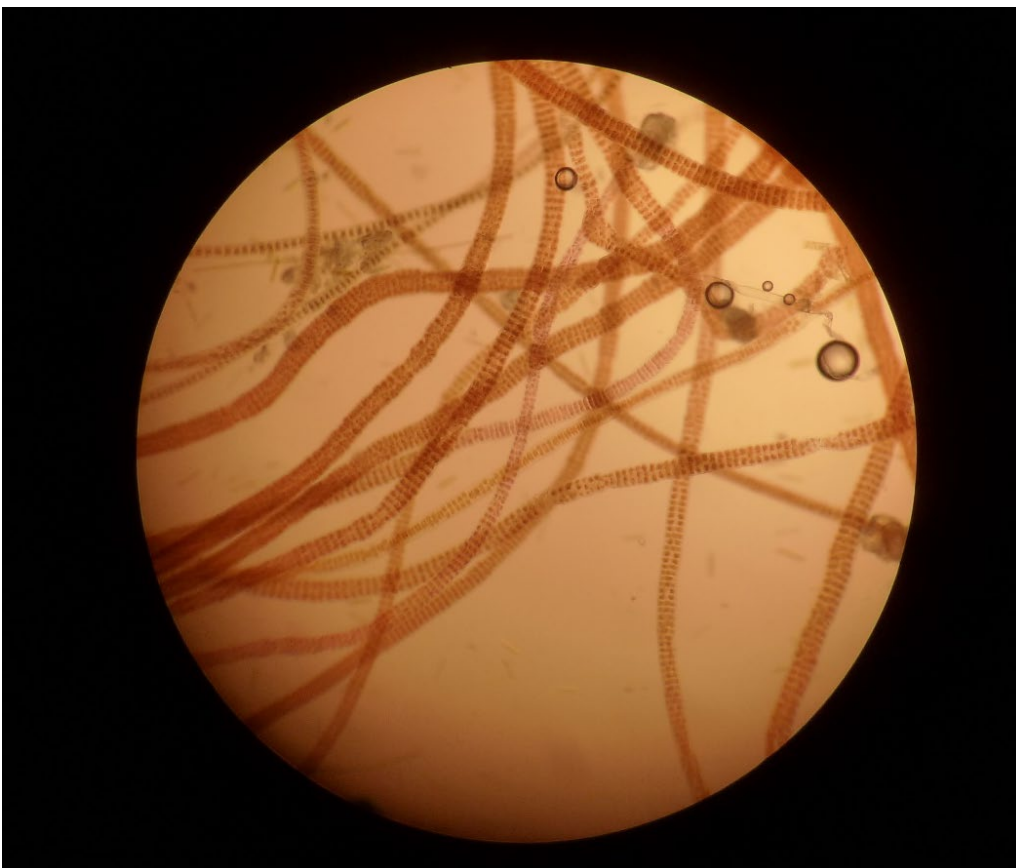
Die Krustenrotalge *Hildenbrandia rivularis* bildet auffällige blutrote flache und klar abgegrenzte Lager auf Steinen im Gewässer. (Foto: LANUV)



Der Rhein-Herne-Kanal. An der Steinschüttung großer Flüsse und Kanäle lassen sich manchmal die rotbraunen Fäden von *Bangia atropurpurea* entdecken. (Foto: F. Sonnenburg)



Die rotbraunen Fäden von *Bangia atropurpurea* besiedeln die großen Steine im Wellenschlagbereich großer Flüsse und Kanäle (hier: Wesel-Datteln-Kanal), aber sie können auch auf hölzernen Mühlrädern oder im Spritzwasserbereich von Wasserfällen vorkommen. (Foto: F. Sonnenburg)



Bangia atropurpurea im mikroskopischen Bild (100fache Vergrößerung). Die Fäden sind unverzweigt und zunächst einreihig (also nur eine Zelle breit), später durch Längsteilungen mehrreihig und dann 100–300 µm breit. (Foto: F. Sonnenburg)

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Autorinnen und Autoren	Dr. Julia Foerster, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, FB 55: Ökologie der Oberflächengewässer Lipperoder Str. 8, 59555 Lippstadt, E-Mail: Julia.Foerster@lanuv.nrw.de Dr. Antje Gutowski, Hohenkampsweg 25, 28355 Bremen E-Mail: a.gutowski@t-online.de Dr. Johanna Knappe, Philipps-Universität, FB Biologie – Spezielle Botanik Karl-von-Frisch-Str. 8, 35043 Marburg, E-Mail.: knappe@staff.uni-marburg.de Frank Sonnenburg, Biologische Station Mittlere Wupper, Vogelsang 2, 42653 Solingen
Titelbild	LANUV
ISSN	1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachberichte
Stand	Januar 2022
Veröffentlichung	Januar 2023
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de