

# Zur Verbreitung und Ökologie benthischer Rotalgen in Baden-Württemberg – eine Bestandsaufnahme

WOLFGANG SCHÜTZ

## Kurzfassung

Zweck dieser Untersuchung ist es, den bisher äußerst dürftigen Kenntnisstand über Vorkommen, Verbreitung und Häufigkeit der benthischen Rotalgen in Baden-Württemberg zusammenzufassen und durch eigene Untersuchungen zu ergänzen, um damit letztlich die Grundlage für eine regionale Gefährdungsanalyse zu schaffen. Hierzu wurden die einschlägige Literatur und die Algenherbarien der Naturkundemuseen Karlsruhe und Stuttgart ausgewertet und seit 2010 durch eigene Aufsammlungen, sowie durch die für die Wasser-rahmenrichtlinie (WRRL) erhobenen Daten zum Phytobenthos in Fließgewässern ergänzt. Berücksichtigt werden die Gattungen *Audouinella*, *Balbiania*, *Bangia*, *Batrachospermum*, *Lemanea*, *Paralemanea* und *Thorea* sowie die *Chantransia*-Entwicklungsstadien. Alle drei für Baden-Württemberg nachgewiesenen *Audouinella*-Arten und die *Chantransia*-Stadien sind weit verbreitet und gebietsweise sogar häufig. Für *Batrachospermum* werden in der Literatur für Baden-Württemberg neun Arten genannt, nach 2010 wurden bisher fünf Arten sicher nachgewiesen. Aktuell ist die Verbreitung von drei seltenen Arten (*B. turfosum*, *B. helminthosum*, *B. confusum*) weitgehend auf den Schwarzwald beschränkt, während *B. anatinum* und *B. gelatinosum* auch in anderen Landesteilen verbreitet sind. Als verschollen ist *B. atrum* einzustufen, während die Existenz der historisch jeweils nur einmal genannten Arten *B. arcuatum* und *B. vogesiacum*, sowie des nur einmal gefundenen *B. boryanum* bisher nicht gesichert ist. Mit bisher über 90 Nachweisen ist *Batrachospermum gelatinosum* die bei weitem häufigste Art, gefolgt von *B. anatinum* mit 34 Nachweisen. Bisher nicht bekannt für Baden-Württemberg war die 2014 im südlichen Schwarzwald entdeckte, epiphytisch auf *Batrachospermum*-Arten lebende *Balbiania investiens*. Zu den landesweit häufigsten Aufwuchsalgen unserer Fließgewässer gehört dagegen die krustenförmige Thalli bildende *Hildenbrandia rivularis*, die in niederen bis mittleren Höhenlagen vorkommt. Ein markantes Verbreitungsbild, das sich fast ausschließlich auf den Rhein einschließlich seiner Aue und den mittleren und unteren Neckar beschränkt, zeigt die fädige Rotalge *Bangia atropurpurea*. Die borstenförmige *Lemanea fluviatilis* besiedelt nur die silikatischen Bergbäche des Odenwaldes und der mittleren und höheren Schwarzwald-Lagen, während die morphologisch ähnliche *Paralemanea catenata* überwiegend auf die Mittel- und Unterläufe der aus dem Schwarzwald

kommenden größeren Flüsse beschränkt ist. Die eutrophierungstolerante *Thorea hispida* gilt als Besiedler großer Flüsse der Niederungen. Sie wurde bisher nur selten gefunden und ist in Baden-Württemberg fast nur für den Rhein und den unteren Neckar belegt. Bis heute können nur wenige kleine Gebiete in Baden-Württemberg hinsichtlich der benthischen Rotalgen als gut untersucht gelten. Viele Verbreitungskarten spiegeln in erster Linie den Aktionsradius der wenigen Algologen und nicht die wahre Verbreitung eines Taxons wider. Einen guten Überblick über die Verbreitung häufiger Taxa (*Chantransia*-Stadien, *Audouinella* spp., *Hildenbrandia rivularis*) liefert das seit 2010 für das Phytobenthos der Fließgewässer durchgeführte WRRL-Monitoring-Programm. Die Untersuchungen berücksichtigen v.a. Fließgewässer und Quellen, über die Verbreitung von benthischen Rotalgen in stehenden Gewässern ist bis heute fast nichts bekannt.

## Abstract

The aim of this study is to summarize the so far extremely poor information on the occurrence, distribution and frequency of the benthic red algae in Baden-Württemberg and to supplement it with own investigations in order to create a foundation for a regional endangerment analysis. Therefore, the relevant literature and the algae herbaria of the Natural History Museums in Karlsruhe and Stuttgart were evaluated and complemented by own field investigations carried out since 2010. In addition, the phytobenthos data collected in the context of the WFD in running waters were utilized. The genera *Audouinella*, *Batrachospermum*, *Balbiania*, *Bangia*, *Lemanea*, *Paralemanea* and *Thorea*, as well as the *Chantransia* stages were considered. All three *Audouinella* species occurring in Baden-Württemberg and the *Chantransia* stages are widespread and even common in some areas. For *Batrachospermum*, nine species are mentioned in the literature for Baden-Württemberg of which five species have been found since 2010. The distribution of three rare species (*B. turfosum*, *B. helminthosum*, *B. confusum*) is currently restricted to the Black Forest, whereas *B. anatinum* and *B. gelatinosum* are also found in other parts of the county. *B. atrum* has to be classified as missing, while the existence of the species *B. arcuatum* and *B. vogesiacum*, which have historically only been mentioned once, as well as *B. boryanum*, presently only found once, has not been secured yet. With so far 90 records, *Batrachospermum gelatinosum* is by far the most common species, fol-

lowed by *B. anatinum* with 34 records. *Balbiania investiens* was previously unknown from Baden-Württemberg and discovered in the southern Black Forest in 2014. In contrast, the crustal thalli-forming *Hildenbrandia rivularis*, normally found at low to medium altitudes, is one of the most abundant algae of our running waters. The filamentous red algae *Bangia atropurpurea* shows a distinctive distribution pattern and is limited, almost exclusively, to the Rhine including its floodplain and the middle and lower Neckar. The bristle-shaped *Lemanea fluviatilis* exclusively inhabits the siliceous mountain streams of the Odenwald and the middle and higher elevations of the Black Forest, whilst the morphologically similar *Paralemanea catenata* is predominantly limited to the middle and lower reaches of the larger rivers flowing down from the Black Forest. The eutrophication-tolerant *Thorea hispida* is considered a species of large lowland rivers. In Baden-Württemberg, it is rare and almost exclusively restricted to the Rhine and the lower Neckar. To date, only a limited number of small areas in Baden-Württemberg can be considered as well-studied in regard to the benthic red algae. Many distribution maps primarily reflect the action radius of the few algologists and not the true taxa distribution. A good overview of the distribution of frequent taxa (*Chantransia* stages, *Audouinella* spp., *Hildenbrandia rivularis*) has been provided by the WFD-monitoring program carried out for phytobenthos in running waters since 2010. The former as well as the present investigations consider especially springs and rivers, while the distribution of benthic red algae in stagnant waters is almost unknown.

#### Autor

Dr. WOLFGANG SCHÜTZ, Im Jägeracker 28, D-79312 Emmendingen, Tel.: +49 7641/93 52 86, Fax: +49 7641/93 52 85; E-Mail: wolf.schuetz@gmx.de

## 1 Einleitung

Verglichen mit anderen Pflanzengruppen, besonders den Gefäßpflanzen und Moosen, ist der Kenntnisstand über das Vorkommen und die Verbreitung der Algen in Baden-Württemberg stark zurückgeblieben. Dies trifft sogar fast uneingeschränkt auf die Rotalgen zu, obwohl viele Taxa zu den auffälligsten Algen der Binnengewässer zählen und makroskopisch gut erkennbar sind. Es handelt sich durchweg um benthische Formen, die überwiegend in Fließgewässern vorkommen und feste Unterlagen zur Entwicklung benötigen (KNAPPE & HUTH 2014, PAUL & DOEGE 2010).

Angaben zu den benthischen Rotalgen in unseren Gewässern sind dünn gesät und fast immer älteren Datums. Sie erschöpfen sich nicht selten in der Mitteilung eines oder nur weniger

Funde in einem, den beschränkten Reismöglichkeiten früherer Zeiten entsprechenden, eng begrenzten Gebiet. Eine Ausnahme stellen lediglich die Ausführungen von R. LAUTERBORN dar, der in mehreren Veröffentlichungen zum Teil umfangreiche Angaben zur Verbreitung von benthischen Rotalgen im Rhein, seinen Auengewässern und im unteren Neckar macht (1910, 1917, 1922, 1942).

Da viele Rotalgen als wichtige Indikatorarten in neueren biologischen Bewertungssystemen der Gewässergüte Verwendung finden (GUTOWSKI & FOERSTER 2009, SCHAUMBURG et al. 2012, KELLY et al. 2015), ist eine nähere Beschäftigung mit dieser phylogenetisch sehr alten Organismengruppe auch auf regionaler Ebene angebracht. Der dürftige Kenntnisstand erschwert eine regionale Gefährdungsanalyse und damit auch die Erstellung einer „Roten Liste“, die bereits für viele Bundesländer verfügbar ist.

Zweck der vorliegenden Untersuchung ist es, den Kenntnisstand über das Vorkommen, die Verbreitung und Häufigkeit der Rotalgen in Baden-Württemberg zusammen zu fassen und durch eigene Untersuchungen zu erweitern, um eine Gefährdungsanalyse zu ermöglichen. Einbezogen in das Untersuchungsprogramm wurden alle makroskopisch sichtbaren Rotalgen. Dies betrifft in Baden-Württemberg die Arten der Gattungen *Balbiania*, *Bangia*, *Batrachospermum*, *Hildenbrandia*, *Lemanea*, *Paralemanea* und *Thorea*. Zusätzlich wurden die nicht immer mit bloßem Auge erkennbare Gattung *Audouinella* und die *Chantransia*-Entwicklungsstadien der Rotalgen aufgenommen, da zu deren Verbreitung seit 2010 Daten aus einem Monitoringprogramm der LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) vorliegen. Dieses im Zuge der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) eingerichtete Monitoringprogramm umfasst mittlerweile mehr als 550 Probestellen an vielen Fließgewässern in Baden-Württemberg und beinhaltet seit 2010 auch die Untersuchung der Aufwuchsalgen (Phytobenthos). Für die Datenlage zur Verbreitung vieler Rotalgen-Taxa bedeutet dies eine erhebliche Verbesserung. Zahlreiche Exkursionen und limnologische Arbeiten des Autors und von Kollegen in Fließ- und Stillgewässern lieferten viele weitere Funde. Ein wesentlicher Bestandteil der Untersuchung war die zeitraubende Sichtung und Zusammenstellung der verfügbaren älteren Fundortsangaben aus Literatur und Belegsammlungen der Naturkunde-Museen in Karlsruhe und Stuttgart.

## 2 Methoden

Um einen ersten Überblick über die in Baden-Württemberg vorkommenden Rotalgen, ihre Häufigkeit und Verbreitung zu erhalten, wurden ältere Fundortsangaben aus der Literatur zusammengestellt und die Algenherbarien der Naturkunde-Museen in Karlsruhe und Stuttgart (hier bisher nur die Belege der Gattung *Batrachospermum*) eingesehen und ausgewertet (Tab. 1). Eigene Untersuchungen im Gelände werden seit 2012 durchgeführt. Aufgesucht wurden hierfür zahlreiche Gewässer, in denen Rotalgen vermutet wurden, oder für die Vorkommen aus älteren Quellen belegt sind. Es handelt sich dabei meistens um kühle Bergbäche und Quellen in den Mittelgebirgen Schwarzwald und Schwäbische Alb. Hinzu kommen die im Rahmen des WRRL-Monitorings Baden-Württemberg vom Verfasser und weiteren Probennehmern zwischen 2010 und 2017 im Auftrag der LUBW erhobenen und von dieser zur Verfügung gestellten Daten zum Phytobenthos in zahlreichen Fließgewässern. Hierbei ist zu beachten, dass für Teile Oberschwabens und das nordöstliche Württemberg bisher noch keine Angaben vorliegen. Ausgehend von den Ergebnissen dieser Untersuchungen wurde versucht, eine vorläufige Gefährdungseinstufung nach den Vorgaben des Bundesamtes für Naturschutz (LUDWIG et al. 2006) vorzunehmen. Kein Bezug genommen wird auf die Rote Liste der Rot- und Braunalgen Deutschlands (KNAPPE et al. 1996), da diese zur Zeit aktualisiert wird. Die Geländearbeiten wurden überwiegend im Sommer durchgeführt, bei geeigneten Wasserständen auch in den Winter- und Frühjahrsmonaten. Für die Verbreitungskarten wurden Höhenschichtenkarten und Gewässernetzkarten der LUBW verwendet.

## 3 Ergebnisse

### Rotalgen in Herbarien und regionaler Literatur

Süßwasser-Rotalgen sind in den beiden eingesehenen Herbarien im Vergleich zu Gefäßpflanzen, Moosen und Meeresalgen deutlich unterrepräsentiert. Im Naturkundemuseum Karlsruhe liegen kaum mehr als 30 Belege, bei denen es sich hauptsächlich um *Batrachospermum* spp. handelt. Nur wenige Belege repräsentieren die Gattungen *Lemanea*, *Thorea*, *Bangia* und *Hildenbrandia*. Ein erheblicher Teil der Belege stammt aus der wertvollen JACK/LEINER/STIZENBERGERSCHEN-Exsikkaten-Sammlung. Die bereits von

WEHRLE (1948) durchgesehenen Belege wurden überwiegend in den Jahren 1854-1859 gesammelt. Schwerpunkte der Sammeltätigkeit waren Feldsee und Titisee sowie die Umgebungen von Karlsruhe und Konstanz. Neben JACK tauchen häufiger die Namen THIRY, eines Arztes, und A. BRAUN auf, der zwischen 1833 und 1850 als Professor für Botanik in Karlsruhe und später in Freiburg wirkte. Eine nachlassende Sammeltätigkeit gegen Ende des 19. Jahrhunderts ist unverkennbar, nur wenige Belege datieren aus dem 20. Jahrhundert. Einen wesentlichen Zuegewinn an Kenntnissen über die Algenflora Badens bedeuten die Veröffentlichungen von SCHMIDLE (1893) und RABANUS (1916), in denen auch auf die Häufigkeit und Verbreitung einiger Rotalgen eingegangen wird. Von größter Bedeutung für die Kenntnis des Vorkommens und der Verbreitung von Rotalgen an Oberrhein, Bodensee und Unterem Neckar sind die Beiträge von LAUTERBORN (1910, 1917, 1922, 1942, RegioWasser e.v. 2009), die sich über einen Zeitraum von ca. 40 Jahren erstrecken. Angaben für die Oberrheinebene aus jüngerer Zeit finden sich in BACKHAUS & KRAUSE (1974), KRAUSE (1976) und KRAUSE & HÜGIN (1987). Räumlich beschränkte, dafür aber sehr präzise Angaben über die Verbreitung von Rotalgen in der Oberen Donau und ihren beiden Quellflüssen Brigach und Breg verdanken wir BACKHAUS (1968a, b).

Im Gegensatz zu diesen recht umfangreichen, sich über einen großen Zeitraum erstreckenden Fundmitteilungen in Baden, wurden Vorkommen und Verbreitung der makroskopischen Rotalgen in Württemberg kaum dokumentiert. Eine zusammenfassende Darstellung bisheriger Algenfunde in Württemberg geht auf KIRCHNER (1880, 1888) zurück, der lediglich Sammler und Fundorte erwähnt. Ein großer Teil zumindest der genannten *Batrachospermum*-Funde ist im Herbar des Naturkundemuseums Stuttgart vorhanden. Die dort vorhandenen eingesehenen 24 *Batrachospermum*-Belege wurden fast ausschließlich in Württemberg gesammelt. Sie spiegeln besonders deutlich den auf bestimmte Orte beschränkten Aktionsradius der betreffenden Botaniker wider, da häufig mehrere Belege von einem Ort stammen. Bei den meisten Exemplaren handelt es sich um *B. gelatinosum*, auch *B. turfosum* ist unter dem Synonym *Batrachospermum vagum* (ROTH) AGARDH mehrfach vorhanden. Der Großteil der Belege datiert vor 1860. Am häufigsten tauchen die Namen des Arztes KÖSTLIN, der bereits vor 1840 in Sulz am Neckar sammelte, und

VALET auf, der um 1850 im oberschwäbischen Schussenried Apotheker war (HERWANGER 2014). Aus dem 20. Jahrhundert liegen für Württemberg lediglich kleinere Publikationen vor, die vor allem *Batrachospermum atrum* betreffen (Tab. 1). Eine Ausnahme macht die Darstellung von FISCHER (1956), die in erster Linie auf die Kenntnis der Merkmale von Arten der Gattung *Batrachospermum* abzielt, aber auch zahlreiche Mitteilungen über Fundorte am Nordrand der Schwäbischen Alb enthält. Eine neuere Darstellung der Verbreitung von Algen (einschließlich der Rotalgen) in Württemberg durch MATTERN (2013) stützt sich fast ausschließlich auf diese älteren Fundmitteilungen.

### Chantransia-Stadien

Chantransien sind makroskopisch meist unauffällige diploide Entwicklungsstadien, aus denen stärker differenzierte Gametophyten mit den Merkmalen der jeweiligen Art hervorgehen (Abb. 4). Sie kommen bei uns in den Gattungen *Paralemanea*, *Lemanea*, *Thorea* und *Batrachospermum* vor. Ihre morphologische Zuordnung zu einer bestimmten Art ist nur selten möglich. In Karbonatbächen bzw. -flüssen kommen auch stark inkrustierte Formen vor, die oft kleine halbkugelige Höcker oder Polster bilden (Abb. 7).

*Chantransia*-Stadien kommen in fast allen Fließgewässern Baden-Württembergs vor. 2012 wurden an fast der Hälfte aller WRRL-Monitoring-Stellen Chantransien gefunden, nicht selten in großen Mengen. Ihre wahre Verbreitung ist mit Sicherheit noch weit größer als die Verbreitungskarte erahnen lässt (Abb. 1). Die anatomischen Übergänge von *Chantransia*-Stadien zu *Audouinella chalybea* und vor allem zu *A. pygmaea* sind allerdings fließend, eine zweifelsfreie Zuordnung ist deshalb bei einem Teil der Funde nicht möglich. Zudem ist davon auszugehen, dass die taxonomische Zuordnung der *Audouinella*-*Chantransia*-Formen von den jeweiligen Bearbeitern der WRRL nicht einheitlich gehandhabt wurde. Chantransien scheinen allgemein ein breiteres Spektrum ökologischer Bedingungen zu tolerieren als die aus ihnen hervorgehenden Gametophyten (GUTOWSKI & FOERSTER 2009, WOLFF & KNAPPE 2014). Soweit bekannt, sind *Chantransia*-Stadien auch in anderen, gut kartierten Gebieten wie dem Saarland und Sachsen häufig. Sie sind nicht nur in Baden-Württemberg das wohl am weitesten verbreitete Taxon unter allen Aufwuchsalgen in Fließgewässern.

***Audouinella chalybea*** (ROTH) BORY 1823, incl. ***A. pygmaea*** (KÜTZING) WEBER-VAN BOSSE 1921  
 Blaue bis graugrüne Formen werden gemeinhin den Arten *Audouinella chalybea* oder *A. pygmaea* zugeordnet (Abb. 5). Sie unterscheiden sich von den morphologisch ähnlichen *Chantransia*-Stadien durch die reichliche Bildung von Monosporen und eine deutliche Differenzierung in Hauptachse und Nebenachsen (KNAPPE & HUTH 2014).

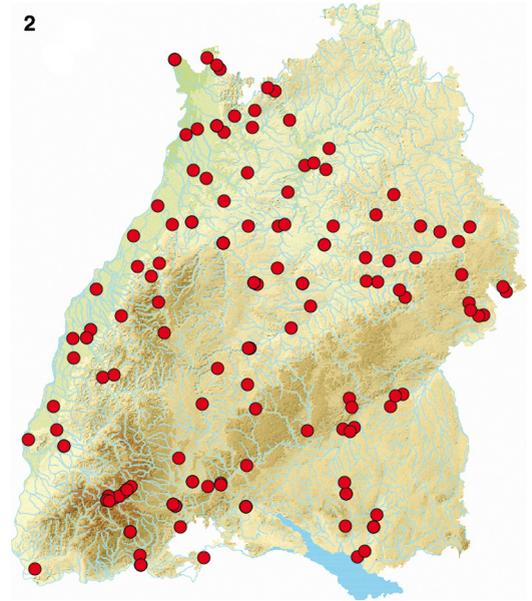
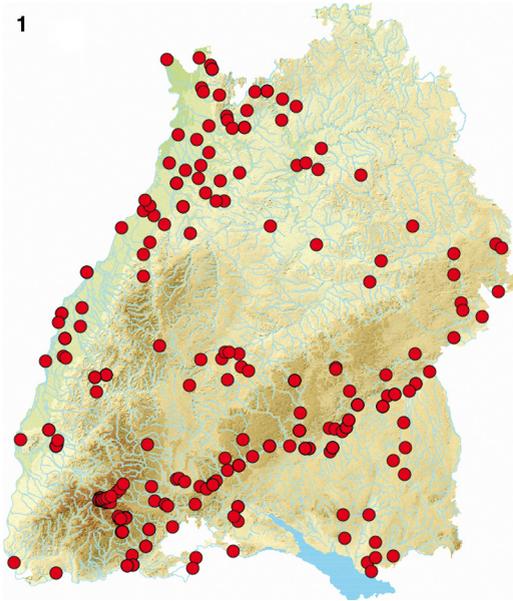
Auf eine getrennte Darstellung der beiden Taxa in den Verbreitungskarten wurde verzichtet (Abb. 2), weil die Merkmals-Unterschiede gering sind und alle Übergänge von der längerzelligen *A. chalybea* zu der kürzcelligen *A. pygmaea* beobachtet wurden, „oft im selben Polster und am selben Zellfaden“ (WOLFF & KNAPPE 2014). Von mehreren Autoren wird zudem bezweifelt, ob *A. pygmaea* als eigenständige Art existiert. Bereits WEST & FRITSCH (1927) vermuteten, dass *Chantransia pygmaea* (syn. zu *A. pygmaea*) wahrscheinlich ein (*Chantransia*-)Stadium in der Lebensgeschichte von *Batrachospermum moniliforme* ROTH.“ (syn. zu *B. gelatinosum*) ist. Diese Sicht wird durch neuere Untersuchungen von NECCHI & OLIVEIRA (2011) über genetische Merkmale von *Audouinella* spp., *Chantransia*-Stadien und anderen Rotalgen bestätigt. Sie fanden, dass die von ihnen untersuchten *Chantransia*-Stadien eine nähere Verwandtschaft zu bekannten Arten (Gametophyten) anderer Rotalgen-Gattungen zeigen, als dies untereinander der Fall war.

In Baden-Württemberg sind diese blauen bis graugrünen Audouinellen häufig und kommen in allen Landschaften vor. Beide Taxa scheinen in Bezug auf die Wasserqualität weniger empfindlich zu sein als andere Rotalgen (GUTOWSKI & FOERSTER 2009, WOLFF & KNAPPE 2014). In Sachsen wird für beide Taxa im kurzfristigen Trend eine Zunahme aufgrund abnehmender Saprobie vermutet (PAUL & DOEGE 2010).

### ***Audouinella hermannii*** (ROTH) DUBY 1830

Leicht an ihrer weinroten Farbe zu erkennen ist *Audouinella hermannii* (Abb. 3). Sie wachsen oft auf Steinen, aber auch epiphytisch auf den borstigen Thalli von *Lemanea*, *Paralemanea* und sogar auf den Fäden der Grünalge *Cladophora glomerata* (ELORANTA et al. 2011, KNAPPE & HUTH 2014).

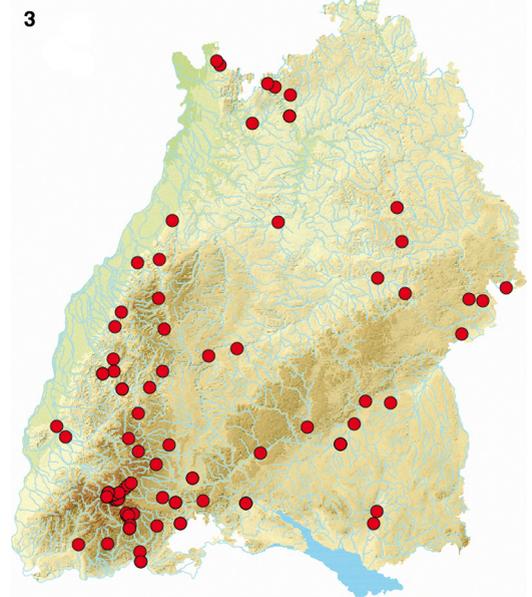
Diese Art ist in Baden-Württemberg ebenfalls weit verbreitet und kommt, wie auch aus Sachsen berichtet wird, vor allem in höheren Gebirgslagen vor als die anderen *Audouinella*-Arten (PAUL &



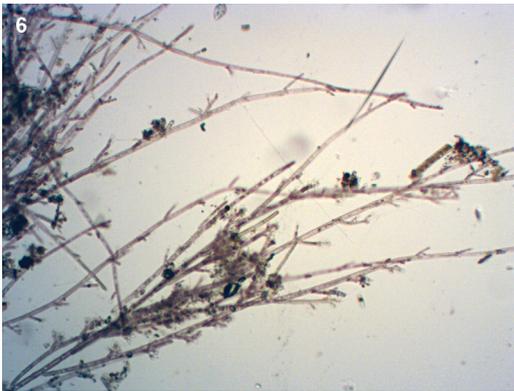
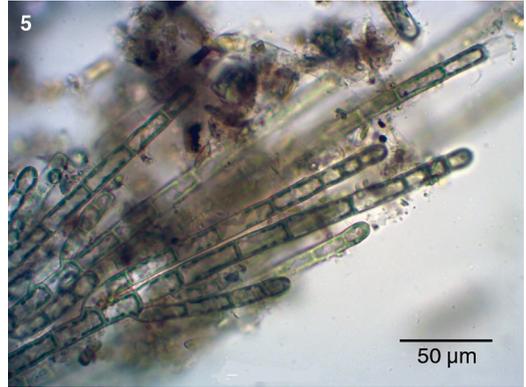
DOEGE 2010). Alte Fundortsangaben liegen kaum vor (Tab. 1). Häufig ist sie in nährstoffarmen silikatischen Fließgewässern des Schwarzwaldes, wo sie oft große, auffallende und makroskopisch leicht identifizierbare Bestände bildet (Abb. 3). Nach KNAPPE & HUTH (2014) bevorzugt die Art quellnahe, wenig belastete Abschnitte mit hoher Fließgeschwindigkeit und Gewässer mit geringeren Elektrolytgehalten, nach WOLFF (1999) kommt sie in schwach bis mäßig belasteten Fließgewässer-Abschnitten der Pfalz vor. Auch im Saarland hat sie ihren Verbreitungsschwerpunkt in schwach belasteten Bächen und Flüssen (WOLFF & KNAPPE 2014), kommt aber auch in stärker belasteten Gewässern vor. Die Art ist in Baden-Württemberg nicht gefährdet.

**Balbiania investiens** (LENORMAND ex KÜTZING)  
SIRODOT 1876

Diese epiphytisch auf *Batrachospermum*-Arten lebende Rotalge war für Baden-Württemberg bisher nicht bekannt (Tab. 1). Bei dem bisher einzigen Fund handelt es sich um wenige Exemplare, die im März 2014 in der Gutach unterhalb Titisee auf *Batrachospermum gelatinosum* wuchsen (Abb. 20). Nach KNAPPE & HUTH (2014) ist *Balbiania investiens* weltweit selten mit nur wenigen Fundorten in Mitteleuropa. Die Art scheint bevorzugt oligotrophe, silikatische Gebirgsbäche zu besiedeln und ist nach KNAPPE (2007) durch



Abbildungen 1-3. Fundorte von 1) *Chantresia*-Stadien, 2) *Audouinella chalybea* et *A. pygmaea* und 3) *Audouinella hermannii* in Baden-Württemberg. Berücksichtigt sind nur die im Rahmen des WRRL-Monitorings 2012 und 2015 angegebenen Fundorte sowie Funde im Hochschwarzwald nahe Titisee aus den Jahren 2013 bis 2015. Für Teile Oberschwabens und das nordöstliche Württemberg liegen keine Angaben aus dem WRRL-Monitoring vor.



Abbildungen 4-7. 4) *Chantransia*-Stadien, 5) *Audouinella chalybea* und 6) *Audouinella hermannii*. *A. hermannii* unterscheidet sich durch ihre rötliche Färbung von anderen, meist graugrünen oder blauen *Audouinella*-Arten. 7) *Chantransia* und *Audouinella* bilden häufig makroskopisch gut sichtbare Bestände. – Fotos: W. SCHÜTZ.

Veränderungen der Umweltbedingungen stark gefährdet. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die seltene Art in Baden-Württemberg noch an anderen Stellen vorkommt. Allerdings ist *B. investiens* selbst für das geübte Auge leicht zu übersehen, wenn nicht gerade eine kleine „Massenentwicklung“ stattfindet, die einer Anzahl von *Batrachospermum*-Exemplaren eine unüblich rote Färbung verleiht. Es hängt wohl in erster Linie vom Zufall ab, ob weitere Funde gemacht werden.

***Bangia atropurpurea* (ROTH) C. AGARDH 1824**

Die Zahl der Fundorte dieser unverzweigten, fädigen, aber makroskopisch meist gut sichtbaren Art in Baden-Württemberg ist leicht überschaubar (Abb. 22, 23, 24). Nach LAUTERBORN (1910, 1942, RegioWasser e.v. 2009) kommt die Art vereinzelt im unteren Neckar zwischen Heidelberg und Mannheim und im Hoch- und Ober-

rhein vor. Einige genauer von LAUTERBORN (1942) bezeichnete Fundorte sind die Felsen der Isteiner Schwelle, wo sie auch 1996 von FRITZ et al. (1997) gefunden wurde und Steine der Uferschüttungen oberhalb Breisach, wo sie ebenfalls heute noch vorkommt, sowie der Hochrhein bei Ellikon. Weitere Fundorte liegen innerhalb der Oberrheinaue. LAUTERBORN (1942) nennt den Inneren Rhein bei Rust, 2014 wurde *B. atropurpurea* vom Verfasser im turbulent strömenden Auslass der Hansenkehle an der Rheinstraße nahe Weisweil gefunden, ebenso im nahegelegenen Rhein-Drainagekanal und 2017 in der weiter südlich gelegenen Waldschlut. Zusammen mit den Angaben von BACKHAUS (2006), FRITZ et al. (1997) und den Ergebnissen des WRRL-Monitorings (4 Fundorte) ergibt sich ein markantes Verbreitungsbild, das sich fast ausschließlich auf den Rhein einschließlich seiner Aue und den mittleren und unteren Neckar beschränkt. Ver-

einzelte Fundangaben aus jüngster Zeit liegen für den Kocher, die Elsenz kurz vor der Mündung in den Neckar und die Zwiefalter Ach vor. Bereits 50 Jahre alt ist eine Angabe für die Donau bei Immendingen (BACKHAUS 1968a).

*Bangia atropurpurea* kommt auf den dem Wellenschlag ausgesetzten Steinschüttungen der Uferzone des Restrheines zumindest zwischen Breisach und Weisweil nicht nur vereinzelt, sondern oft über weite Strecken und in großer Menge vor (Abb. 23). Auch die Zahl der Fundorte am Hochrhein ist mittlerweile recht groß, so dass eine fast durchgehende Verbreitung entlang des Rheins anzunehmen ist. Ob die Art sich seit den Tagen von LAUTERBORN ausgebreitet hat oder ob sie damals nur unvollständig erfasst wurde, lässt sich heute nicht mehr feststellen. Als sicher kann gelten, dass die ausgedehnten Steinschüttungen und sonstigen künstlichen Uferbefestigungen am Rheinufer der Ausbreitung von *B. atropurpurea* zuträglich waren, wie dies auch für die Ausbreitung mancher Wassermoose der Fall war (VAN DER POORTEN & KLEIN 2000).

Im Sommer war *B. atropurpurea* an mehreren im April 2014 aufgesuchten Fundorten am Oberrhein nicht mehr makroskopisch nachweisbar, auch BACKHAUS (1968a) konnte diese Rotalge im oberen Abschnitt der Donau nur im Herbst und Winter finden. Eine Suche im Sommer 2014 an der von BACKHAUS als Fundort angegebenen Donauversickerung bei Immendingen war möglicherweise aus diesem Grund ergebnislos. Auch im WRRL-Monitoring-Programm, das obligatorisch im Sommer durchgeführt wird, konnte *Bangia* nur an wenigen Stellen in Rhein und Neckar gefunden werden.

Interessant ist der Fund in einer quellnahen, schnell fließenden Strecke der sommerkalten Zwiefalter Ach (Schwäbische Alb), wo *B. atropurpurea* in den Polstern der Gelbgrünalge *Vaucheria* vorkam und makroskopisch nicht erkennbar war. Hier scheint der Untersuchungszeitpunkt Ende Oktober von Bedeutung zu sein, da *Bangia* möglicherweise während einer Lebensphase mit steigendem Zuwachs an Biomasse angetroffen wurde. Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass diese Rotalge in Baden-Württemberg eine geographisch weitere Verbreitung hat als bisher bekannt ist. Darauf deuten auch zwei Fundortangaben Mitte des 19. Jahrhunderts für Mergentheim (von VON ZELLER) und Tübingen (von STEUDEL) hin (KIRCHNER 1880), bei denen es sich wahrscheinlich um Vorkommen in den Flüssen Tauber und Neckar handelt (Tab. 1). Die häufig

als bevorzugte Wuchsorte angegebenen Mühlräder finden hingegen nur einmal, für Esslingen am Neckar, Erwähnung (KIRCHNER 1888).

*Bangia atropurpurea* ist eine streng rheophile Alge mit offenbar starkem Sauerstoff-Bedarf (BACKHAUS 1968a), die vorzugsweise an stark strömenden Stellen oder in der Wellenschlagzone größerer Gewässer vorkommt. Beobachtungen im Gelände an den großen Seen Nordamerikas von GRAHAM & GRAHAM (1987) legen nahe, dass *B. atropurpurea* warme Temperaturen toleriert und sich bei starker Einstrahlung optimal entwickelt. Sie erträgt mäßige Verschmutzung gut (ROTT et al. 1997); WOLFF & KNAPPE (2014) berichten allerdings, dass die stärkere Belastung in der Mittleren Saar und in der Blies zu ihrem Verschwinden geführt hat. GUTOWSKI & FOERSTER (2009) stufen diese Rotalge als weniger sensible Art, aber nicht als Störzeiger ein. Eine Gefährdung in Baden-Württemberg ist angesichts der zum Teil massenhaften Bestände im Oberrhein nicht zu erkennen.

#### ***Batrachospermum* ROTH 1797**

Für *Batrachospermum* gibt es für Baden-Württemberg bisher insgesamt 195 Nachweise, einschließlich einer geringen Zahl von Mehrfach-Nachweisen eines Taxons für einen Fundort. Etwas über 80 % der Nachweise stammen aus der Zeit nach der Jahrtausendwende. Auf das WRRL-Monitoring 2010 bis 2017 (Fließgewässer), dessen Messnetz bisher 549 Probestellen umfasst, gehen 28 Angaben zurück. Bezogen auf die Gesamtzahl der untersuchten Gewässerstrecken bedeutet dies, dass *Batrachospermum* in 5 % aller Probestrecken gefunden wurde. Wesentlich ergiebiger war eine in den Jahren 2013 bis 2016 vom Verfasser durchgeführte Untersuchung im Hochschwarzwald, die an 49 zum Teil wiederholt aufgesuchten Stellen 18 *Batrachospermum*-Funde ergab, was einer Ausbeute von 37 % entspricht. Ein kleiner Teil der Funde aus Baden-Württemberg war nicht sicher bestimmbar (Abb. 8). Dabei handelte es sich meist um mikroskopisch entdeckte *Batrachospermum*-Initiale im Stadium der Auskeimung aus *Chantransia*-Stadien, die noch ohne artspezifische Merkmale sind.

Es kann als sicher gelten, dass *Batrachospermum* in bestimmten Gegenden gehäuft auftritt. Von einer Häufung der Fundorte ist im Hochschwarzwald auszugehen, wo zudem auch die höchste Artenzahl zu verzeichnen ist. Auch auf der Schwäbischen Alb und in der Freiburger

Bucht um den Kaiserstuhl mit ihrem dichten Gewässernetz ist die Zahl der Fundorte vergleichsweise hoch (Abb. 8-11). Sehr wahrscheinlich, aber bisher noch unzureichend belegt, dürfte die Zahl der *Batrachospermum*-Wuchsorte im Odenwald, im Nord-Schwarzwald und im östlichen Teil Oberschwabens über dem Landesdurchschnitt liegen. Nur ein Fund liegt bisher aus den Keupergebieten Baden-Württembergs vor, zu denen große Teile des Kraichgaus und des Taubergebietes zählen. Einer kritischen Überprüfung kaum standhalten dürften auf BUCK (in MATTERN 2013) zurückgehende Angaben, der mehrere *Batrachospermum*-Arten für das mittlere und östliche Württemberg als „verbreitet“ klassifiziert.

Bei den meisten Fundorten handelt es sich um sommerkalte, fließende Gewässer. Eine eindeutige Höhengrenze konnte in Baden-Württemberg für keine der bisher gefundenen Arten festgestellt werden. Für Baden-Württemberg werden in der Literatur bisher neun Arten aufgeführt, aus jüngerer Zeit (nach 2010) gibt es allerdings nur gesicherte Funde von fünf Arten.

***Batrachospermum anatinum* SIROD. 1884**

Diese Art wurde in jüngster Zeit in einigen weit auseinander liegenden und recht unterschiedlichen Gewässern entdeckt: im Oberlauf der Breg, in der Oberen Donau bei Pfohren, zwei kleinen Zuflüssen zum Seebach (Hochschwarzwald), der Gauchach, dem Schobbach und der Alten Dreisam bei Nimburg (Freiburger Bucht), der Schutter in Lahr und an zwei Stellen in der Egau (Ostalb). Außer diesen neuen Funden existiert eine Reihe älterer Angaben, die eine weit größere Verbreitung als bisher bekannt in Baden-Württemberg nahelegen (Abb. 9). FISCHER (1956) nennt die Quellregion und die Oberläufe der Echaz bei Pfullingen und der benachbarten Erms, einen Brunnentrog an der Steige Seeburg – Münsingen sowie die Quellbereiche des Schwarzen Kochers und der Schwarzen Lauter bei Lenningen. Die fast regelmäßig zu nennenden Funde in den gefällereicheren Oberläufen und Karstquellen der zum Neckar abfließenden Gewässer am Nordrand der Schwäbischen Alb legen eine gewisse Häufung zumindest im Gebiet des Albtraufs nahe. Nachsuchen durch den Autor im Sommer 2017 an den genannten Stellen in Echaz, Erms und Schwarzem Kocher verliefen ergebnislos bzw. ergaben in zwei Fällen *B. gelatinosum* als einzig vorkommende Froschlaichalge (Tab. 1). Ein Verbreitungsrückgang sollte

aus diesem Befund allerdings nicht abgeleitet werden, da im ersten Halbjahr 2017 die Bedingungen für eine Entwicklung von *Batrachospermum* spp. aufgrund geringer Wasserführung und hoher Temperaturen allgemein nicht günstig zu sein schienen. In der Gauchach, einem Nebenfluss der Wutach, war sie WEHRLE (1942) zufolge nicht selten und wurde im Frühjahr 2017 an drei Stellen in geringen Mengen nachgewiesen. Außer in diesen kalkreichen Fließgewässern kommt *B. anatinum* auch in schwach sauren, silikatischen Bächen und Flüssen des Schwarzwaldes vor, z. B. im Oberlauf der Breg und dort bereits von BACKHAUS (1968b) angegeben, sowie in dem bereits erwähnten kleinen, humosen Zufluss zum Seebach.

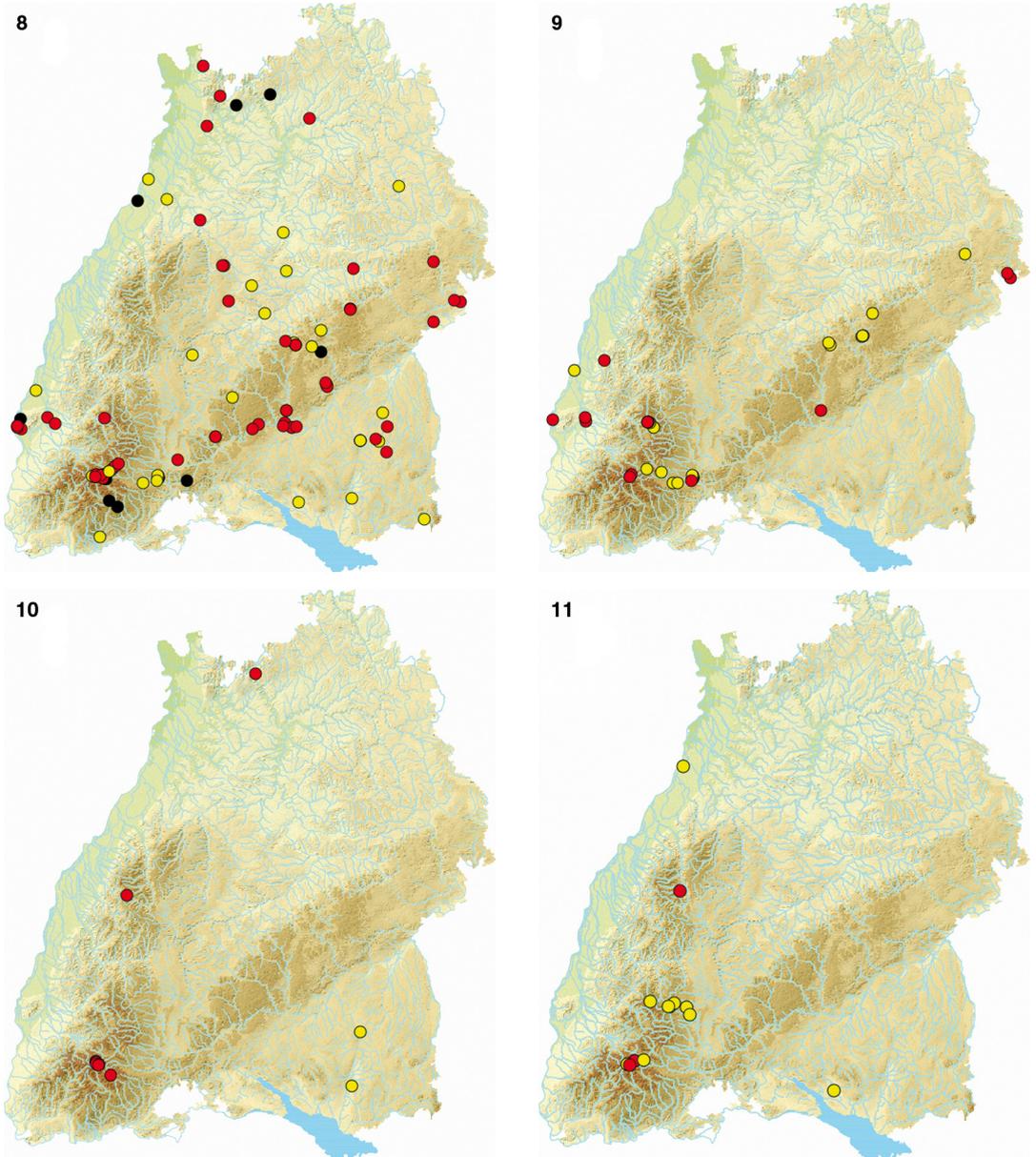
Nach KNAPPE & HUTH (2014) ist die Art weitgehend unempfindlich gegenüber geringer Verschmutzung. BACKHAUS (1968a) fand die Art in der Breg in geringen Mengen und nur in stark beschatteten Bachabschnitten. Der Grad der Gefährdung ist für diese Art schwer abzuschätzen, da alte Fundortsangaben weitgehend fehlen und Wiederfunde kaum vorliegen. Dem gegenüber stehen zahlreiche Neufunde in den letzten Jahren. Insgesamt scheint eine Zuordnung zum Gefährdungsgrad 3 angemessen (Tab. 1).

***Batrachospermum arcuatum* KYLIN 1912**

Das seltene zweihäusige *Batrachospermum arcuatum* wird von WEHRLE (1942) für die Schluchtstrecke der Gauchach vor deren Mündung in die Wutach genannt. Allerdings war sich der Autor wegen mangelnder Bestimmungsmerkmale der Zuordnung seiner Funde zu dieser Art nicht sicher (Tab. 1). Bei Nachsuchen in der Gauchach Ende Oktober 2014 und Anfang März 2017 wurde an den von WEHRLE genannten Fundorten nur *Batrachospermum anatinum* und *B. gelatinosum* nachgewiesen.

***Batrachospermum atrum* (HUDSON) HARVEY 1841**

Für die wegen ihrer reduzierten Wirtel gut von anderen *Batrachospermum*-Arten abgrenzbaren Art werden in der Literatur fünf Fundorte in weit auseinander liegenden Landesteilen genannt. Weder die beiden von BERGFELD & WILMANN (1967) und WILMANN (1968) gemeldeten Fundorte in der Rheinaue zwischen Rheinhausen und Breisach, noch der von ZIMMERMANN (1951) in der Blaulache bei Tübingen angegebene Bestand konnten bei Nachsuchen zwischen 2014 und 2017 bestätigt werden. Ob die Art an den alten Fundorten aus-



Abbildungen 8-11. Fundorte von 8) *Batrachospermum gelatinosum* und *Batrachospermum indet.*, 9) *Batrachospermum anatinum*, 10) *Batrachospermum confusum* und 11) *Batrachospermum turfosum* in Baden-Württemberg. Rote Kreise: Funde nach 2010, gelbe Kreise: Funde vor 2010. Schwarze Kreise in (8): *Batrachospermum indet.*

gestorben ist, kann nicht mit letzter Sicherheit gesagt werden. Möglicherweise waren zu den untersuchten Zeitpunkten im März bzw. im Sommer keine Gametophyten vorhanden. KITAYAMA (2014)

fand in Japan den Gametophyten von *B. atrum* nur von April bis Juni. Ein vierter, von ZIMMERMANN (1951) erwähnter Fundort aus den 1940er Jahren bei Ravensburg existiert seit den 1950er

Jahren nicht mehr. Dieser in einem Wiesengraben lokalisierte Wuchsort wurde bereits im Zuge einer Flurbereinigung in den 1950er Jahren zerstört (J. MILLER, schriftl. Mitt.). Nicht hinreichend lokalisierbar für eine Nachsuche ist eine alte Angabe für Stuttgart von v. MARTENS, die vermutlich aus den 1820er Jahren stammt (KIRCHNER 1880). Ein weiterer, von BACKHAUS & KRAUSE (1974) angegebener, Wuchsort in der Rheinaue bei Rust konnte noch nicht überprüft werden.

Die alkaliphile Art kommt sowohl in stehenden als auch in fließenden Gewässern vor und scheint ein gewisses Maß an Eutrophierung zu ertragen (GUTOWSKI & FOERSTER 2009). *Batrachospermum atrum* ist bundesweit selten, scheint aber im norddeutschen Tiefland häufiger zu sein als im Bergland, da sie zumindest in Brandenburg und Sachsen-Anhalt „nur“ der Gefährdungsstufe 3 zugeordnet wird, für die südlichen Bundesländer aktuell aber kaum Nachweise vorliegen (WAGNER 2014). Bis auf weiteres muß *B. atrum* in Baden-Württemberg als verschollen gelten.

#### ***Batrachospermum boryanum* SIROD. 1874**

Nur bei einem, aus einem einzigen Exemplar bestehenden, nicht sicher bestimmbar, Fund aus jüngster Zeit (Faulenbach in Riethem-Weilheim, Südwest-Alb) scheint es sich um diese zweihäusige Art zu handeln (Tab. 1). Genauso spärlich wie bei den rezenten sieht es mit den historischen Funden aus. FISCHER (1956) nennt *Batrachospermum boryanum* SIROD. für den Oberlauf der Echaz bei Pfullingen (Nordrand der Alb) in langsam fließendem Wasser. Bei einer kurzen Nachsuche Anfang Juni 2017 wurde die Art dort nicht gefunden. Ein *B. boryanum* AG. wird von KIRCHNER (1880) erwähnt, der sich auf einen Fund von EULENSTEIN bei Schussenried (Oberschwaben) bezieht. Belege liegen im Herbar des Naturkundemuseums Stuttgart, das sonst viele der von KIRCHNER (1880, 1888) erwähnten Funde enthält, nicht vor.

#### ***Batrachospermum confusum* (BORY) HASSALL. 1845**

Für diese Art liegen aus Baden-Württemberg bisher sieben Fundmeldungen aus neuerer Zeit im Schwarzwald vor, von denen sechs im weiteren Umkreis des Schluchsees (südlicher Schwarzwald) liegen, hinzu kommt mit der Rotmurg (oberhalb Baiersbronn) ein weiterer Fundort im nördlichen Schwarzwald (Abb. 10, 16, 17). Wie weit die Art im Schwarzwald verbreitet ist, lässt sich noch nicht beantworten, da nur im

Hochschwarzwald bei Titisee eine größere Zahl von Fließgewässern vom Verfasser eingehend untersucht wurde. Die Art war möglicherweise auch in Oberschwaben heimisch, denn KIRCHNER (1880) macht hierzu zwei Angaben (*B. confusum* HASS.), die auf Funde von EULENSTEIN (in Schussenried) und von VON ZELLER (in Ravensburg) zurückgehen. Belege liegen im Naturkundemuseum Stuttgart leider nicht vor, so dass die Angaben nicht überprüft werden konnten und daher als unsicher einzustufen sind (Tab. 1).

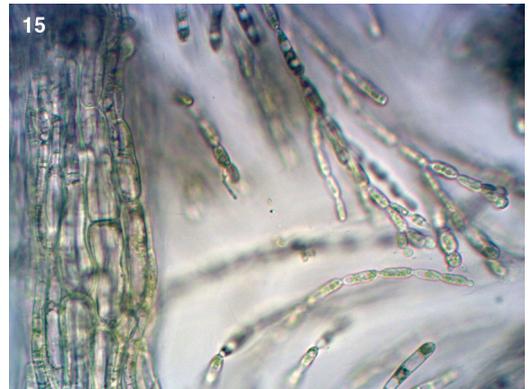
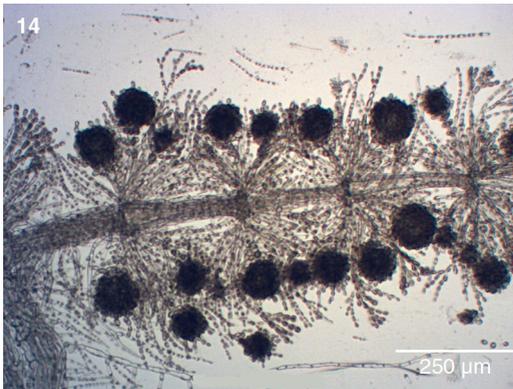
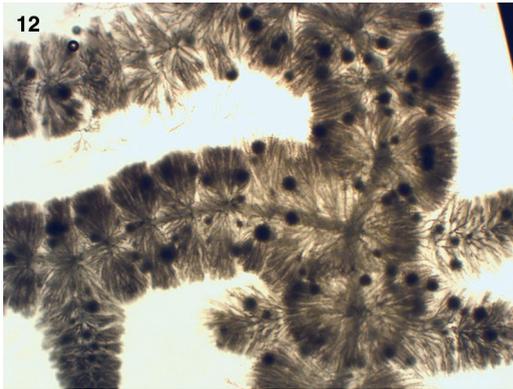
Bei den Wuchsorten im Schwarzwald handelt es sich um oligosaprobe, trophisch unbelastete Quellen und kleine Bäche mit geringer Leitfähigkeit. Im Saarland liegen die Vorkommen durchweg in mäßig sauren bis subneutralen Quellen und ihren völlig sauberen Abläufen (WOLFF & KNAPPE 2014). Ähnlich wie aktuell in Baden-Württemberg wurde *B. confusum* in Sachsen vorrangig in den höchsten Gebirgslagen angetroffen (PAUL & DOEGE 2010). Im Unterschied zu *Batrachospermum gelatinosum* wächst die Art dort in Gewässern mit einer höheren mittleren Fließgeschwindigkeit sowie bei geringerer mittlerer Leitfähigkeit, niedrigerer Temperatur und geringerem Saprobiegrad.

*Batrachospermum confusum* ist nach KNAPPE & HUTH (2014) neben *B. gelatinosum* und *B. anatinum* die häufigste *Batrachospermum*-Art in Deutschland. In Baden-Württemberg scheint sich die aktuelle Verbreitung auf den Schwarzwald zu beschränken. Dort ist sie wahrscheinlich nicht allzu selten. Eine Gefährdung ist wegen der bisher geringen Zahl der Funde anzunehmen.

#### ***Batrachospermum gelatinosum* (L.)**

DE CANDOLLE 1801

Mit bisher 97 Nachweisen an 90 Fundorten, von denen knapp die Hälfte aus der Zeit vor 2010 stammt, ist *Batrachospermum gelatinosum* die bei weitem häufigste Froschlaichalge in Baden-Württemberg (Abb. 8, 12, 13). Im badischen Landesteil wird sie bereits von LAUTERBORN (1917) für die Gießen der Oberrheinaue als „verbreitet“ angegeben, nach SCHMIDLE (1893) kommt die damals noch als *Batrachospermum moniliforme* ROTH bezeichnete Art „im Schwarzwald fast in jedem schnell fließenden kleinen Gewässer“ vor. Weit verbreitet war und ist sie auch heute noch im vom Verfasser gut untersuchten Seebach-Wutach-System oberhalb und unterhalb des Titisees (Schwarzwald). Auch in einem Nebenfluss der Wutach, der sommerkalten Gauchach, ist die Art nach WEHRLE (1942) und eigenen Be-



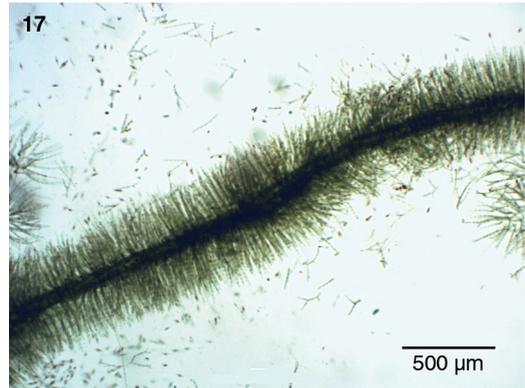
Abbildungen 12-15. Typisch für *Batrachospermum gelatinosum* sind 12) zahlreiche, im Wirtel verteilte Karposporophyten und 13) zylindrische Rindenzellen. Wichtige Merkmale von *Batrachospermum anatinum* sind 14) große, randlich im Thallus inserierte Karposporophyten und 15) blasig aufgetriebene Rindenzellen. – Fotos: W. SCHÜTZ.

obachtungen recht häufig. Für den Feldsee und den vom Seebach durchflossenen Titisee ist sie bereits seit Mitte des 19. Jhdts. erwähnt (ZAHN 1888) und in den Herbarien der Naturkundemuseen Karlsruhe und Stuttgart mehrfach belegt. Eine Häufung von Funden ist auch im komplexen Gewässersystem der Freiburger Bucht (Schobach, Glotter, Riedkanal, Krebsbach, Blauwasser) auffällig (Abb. 8).

Etwas weniger weit verbreitet scheint *B. gelatinosum*, den bisherigen Fundangaben zufolge, im württembergischen Teil des Landes zu sein. Aber auch dort wurde die Art im Zuge des WRRL-Monitorings und eigener Nachforschungen in nicht wenigen Gewässern entdeckt (Tab. 1). So war bei einer Suche im Sommer 2015 an der Oberen Donau zwischen Fridingen und Sigmaringen *B. gelatinosum* in fast allen kleinen Grundwasserabflüssen in der Talaue vorhanden, nicht jedoch in der Donau selbst, in welcher sie aber 2015

weiter oberhalb in Pföhen bei Donaueschingen auch schon vom Verfasser entdeckt wurde. Weiter östlich auf der Schwäbischen Alb wurde sie 2015 im sommerkalten Unterlauf der Lauchert und 2016 im ebenfalls sommerkalten Oberlauf der Zwiefalter Ach gefunden. Mehrere Funde konnten 2015 während des WRRL-Monitorings auch in Oberschwaben, besonders in Riss und Umlach, gemacht werden (Abb. 8). Mit weiteren Vorkommen in bisher nicht untersuchten Fließgewässern der Schwäbischen Alb und Oberschwabens ist zu rechnen.

Die Bestände sind in der Regel klein und bestehen oft nur aus wenigen Individuen, aber es wurden auch Massenentwicklungen beobachtet. Fast die gesamte Sohle eines grundwasserführenden Grabens bei Ostelsheim (Landkreis Calw) war im Frühjahr 2015 bedeckt von den schleimigen Überzügen dieser Rotalge. Noch dichter waren die Massenbestände, die im Früh-



Abbildungen 16, 17. Langgestreckte Kurztriebzellen sind charakteristisch für *Batrachospermum confusum* (16). Sekundäre Kurztriebe erreichen oft die Länge primärer Triebe bei dem meist spangrünen *Batrachospermum turfosum* (17). – Foto 16: A. GUTOWSKI, Foto 17: W. SCHÜTZ.

sommer 2015 den Grund der Gutach unterhalb des Titisee-Auslaufes im März 2014 über mehrere Hundert Meter bedeckten.

Diese Art wird sowohl für Mitteleuropa als auch für die nördliche Hemisphäre insgesamt als weit verbreitet angegeben (ELORANTA et al. 2011, KNAPPE & HUTH 2014, SHEATH & SHERWOOD 2002, VIS et al. 1996). Auch regional wird sie fast immer als die häufigste Art unter den Froschlaichalgen beschrieben, z.B. von WOLFF (1999) für die Pfalz und das Saarland (WOLFF & KNAPPE 2014) oder von CESCHIN et al. (2013) für Italien.

*Batrachospermum gelatinosum* hat eine weite ökologische Toleranz hinsichtlich Trophie, Saprobie und Kalkgehalt und kommt in den unterschiedlichsten Gewässertypen vor (VIS et al. 1996). Sie wächst in elektrolyt- und nährstoffarmen ebenso wie in kalkreichen Gewässern, wo sie manchmal sogar auf Kalksinter zu finden ist (LAUTERBORN 1922). Nach GUTOWSKI & FOERSTER (2009) besiedelt *B. gelatinosum* sowohl saprobiell und trophisch unbelastete als auch mäßig belastete Gewässer. Klar zu erkennen ist aber eine Präferenz für beschattete, sommerkühle und grundwasserbeeinflusste Stellen. Im Untersee (Bodensee) wurde sie von LAUTERBORN (1942) noch zahlreich in 10 bis 20 m Tiefe angetroffen. Diese nicht nur in Baden-Württemberg häufigste Froschlaichalge ist aktuell wohl nicht gefährdet. Wegen der geringen Größe der meisten Populationen erscheint jedoch eine Zuordnung zur Vorwarnliste angemessen (Tab. 1).

***Batrachospermum helminthosum*** BORY 1808  
Von BACKHAUS (1968a) wird diese Art (Abb. 18,

19) in der Brigach (zusammen mit *Batrachospermum turfosum*) für zwei Stellen genannt, wo sie in der Zone zunehmender Selbstreinigung nach einer Abwasserzuleitung in St. Georgen (Schwarzwald) wuchsen. Bei Nachsuchen im Frühjahr 2014 und 2016 wurde sie an den von BACKHAUS angegebenen Stellen nicht gefunden. Allerdings konnte *B. helminthosum* 2016 an einer weiteren Stelle in Baden-Württemberg nachgewiesen werden, nämlich nicht weit von den vorgenannten alten Brigach-Fundstellen im Oberlauf der Elz bei Oberprechtal, einem silikatischen Rheinzufuss aus dem mittleren Schwarzwald (Tab. 1).

Die Angaben zur Ökologie dieser bundesweit seltenen Art sind recht uneinheitlich. Nach ELORANTA & KWANDRANS (2004) soll die Art bei höheren pH-Werten und bei einer höheren Trophie vorkommen als die anderen *Batrachospermum*-Arten. BACKHAUS (1968a) gibt an, dass die Art stärkere Verunreinigungen gut ertragen kann, aber polysaprobe Zonen meidet. Dagegen fanden WOLF & KNAPPE (2014) die Art im Saarland nur in sauberen bis gering belasteten Bächen, und GUTOWSKI & FOERSTER (2009) zufolge handelt es sich um eine Art saprobiell unbelasteter Gewässer. Der baden-württembergische Fundort in der Elz ist weder saprobiell noch trophisch belastet.

***Batrachospermum turfosum*** BORY 1808

(*B. vagum* (ROTH) C. AGARDH)

Die wenigen aktuellen Nachweise dieser (zumindest im Gebiet) meist auffällig spangrünen Art sind auf höhere Lagen des mittleren Schwarzwaldes beschränkt (Abb. 11, 17). Darunter sind



Abbildungen 18, 19. Meist nur ein achsensnaher, großer Karposporophyt pro Wirtel (18) und gestielte Trichogynen (19) zeichnen das seltene *Batrachospermum helminthosum* aus. – Fotos: W. SCHÜTZ.

der Blindensee nahe Schonach (SCHLENKER 1908, HÖLZER mdl. Mitt.) und der Mathisle-Weiher bei Hinterzarten (KLOTTER 1954), die seit langem als Wuchsorte dieser Art bekannt sind und 2014 bestätigt werden konnten. Hinzu kommen zwei weitere, von J. KNAPPE identifizierte Funde durch den Verfasser in kleinen, stark humosen Zuflüssen zum Seebach, in der Nähe des Mathisle-Weiher und ein wohl größeres Vorkommen im Huzenbacher See im Nordschwarzwald (A. GUTOWSKI mdl. Mitt.). Bisher nicht nachgeprüft sind die ebenfalls schon früh bekannten Fundorte im Titisee und „Im Sumpf hinter dem Feldsee“, beide unter dem Namen *Batrachospermum vagum* (ROTH) C. AGARDH mehrfach belegt durch Herbar-exemplare von BRAUN und THIRY aus den Jahren 1848 und 1859 (Tab. 1).

Von BACKHAUS (1968b) wurde die Art 1960 im sauberen Oberlauf der Brigach entdeckt sowie weiter flussabwärts in zwei Abschnitten in der Zone zunehmender Selbstreinigung nach einer Abwasserzuleitung in St. Georgen. Bei der Nachsuche im Frühjahr 2014 und 2016 wurde sie an den von BACKHAUS angegebenen Stellen in der Brigach nicht gefunden. Unsicher sind Angaben für Salem im Hegau, wo sie 1857 von JACK als „*Batrachospermum pyramidale* SIRDT.“ mit der Anmerkung „steht *Batr. vagum* Ag. ziemlich nahe“ in einem Quellwasser bei Salem gesammelt wurde. Nach einem Beleg von KNEUCKER aus dem Jahr 1927 (Naturkundemuseum Karlsruhe) kam *B. turfosum* auch in der Rheinebene bei Karlsruhe vor, in „Gräben nahe Eggenstein“, die durch heute nicht mehr existierende Torfwiesen verliefen. Auch für Hochdorf und den Mooswald

bei Freiburg liegen zwei Angaben (*Batrachospermum vagum* Ag.) von RABANUS (1916) vor. Die Populationen dürften mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit seit langem erloschen sein.

*B. turfosum* gilt als oligosaprobe Art huminsaurer Gewässer, die bevorzugt an beschatteten Stellen wächst. Im Gegensatz zu anderen *Batrachospermum*-Arten kommt *B. turfosum* überwiegend in stehenden, dystrophen Gewässern vor. Nach GREGOR et al. (2003) ist *B. turfosum* in Norddeutschland deutlich zurückgegangen, was mit der nahezu vollständigen Zerstörung der norddeutschen Hochmoore begründet wird. In Sachsen wird von einem langfristigen starken Rückgang sowie kurzfristiger Abnahme ausgegangen, als Ursache wird ebenfalls die starke Abnahme intakter Moorflächen genannt (PAUL & DOEGE 2010). Wie stark sich das Verbreitungsbild in Baden-Württemberg verändert hat, lässt sich aus den wenigen alten Angaben zu dieser Art nicht sicher rekonstruieren. *Batrachospermum turfosum* scheint in Baden-Württemberg schon immer selten gewesen zu sein, drei alte Hinweise auf Vorkommen in den damals noch besser erhaltenen Moorengebieten in Oberschwaben (KIRCHNER 1880) und in der Oberrheinebene legen aber einen Rückgang ebenfalls nahe (Abb. 11). Die seltene Art muss wegen des starken Rückgangs ihrer Lebensräume als stark gefährdet gelten (Tab. 1).

***Batrachospermum vogesiacum* SCHULTZ ex SKUJA 1938**

Bisher existieren keine rezenten Nachweise für diese Art, die unter dem Synonym *Batrachosper-*



Abbildung 20. Die epiphytische *Balbiana investiens* (rötliche Fäden) auf *Batrachospermum gelatinosum*. – Foto: W. SCHÜTZ.

*mum vagum* var. *flagelliforme* SIROD. ebenfalls nur einmal für Baden-Württemberg angegeben wird. FISCHER (1956) fand sie im Nordschwarzwald in der Rotmurg oberhalb Baiersbronn. *Batrachospermum vogesiacum* hat nach KNAPPE & HUTH (2014) eine nordwesteuropäische Verbreitung und wurde schon im Saarland, der Pfalz und den Vogesen in nährstoffarmen, sauren Gewässern gefunden (KNAPPE & WOLFF 2005). Der von FISCHER (1956) angegebene Fundort konnte bisher noch nicht aufgesucht werden, ihr rezentes Auftreten im nördlichen Schwarzwald mit seinen elektrolytarmen, sauren Gewässern ist aber nicht unwahrscheinlich.

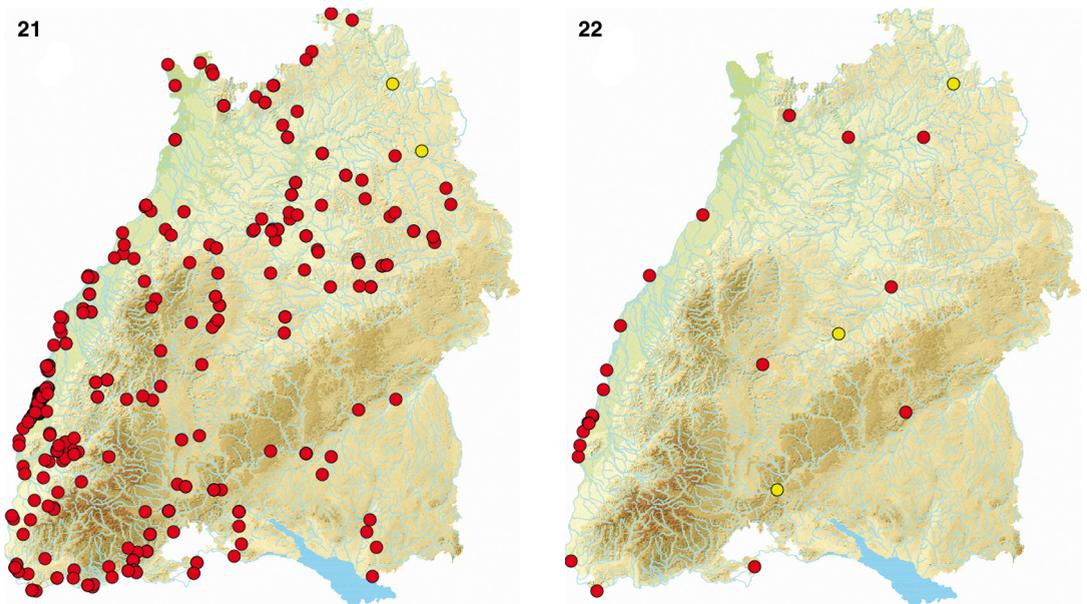
#### ***Hildenbrandia rivularis* AGARDH 1851**

Diese rote bis rotbraune, krustenförmige Thalli bildende und kaum mit anderen Algen verwechselbare Art gehört zu den häufigsten Algen in unseren Fließgewässern (Abb. 21, 23, 24, Tab. 1). Im Zuge des WRRL-Monitorings 2012 wurde sie an 33 % aller Untersuchungsstellen gefunden. Eine Auswertung der Literatur und eigene Untersuchungen ergaben zahlreiche weitere Fundorte. Weit verbreitet ist sie v.a. in der Oberrheinaue, im südlichsten Teil des Schwarzwaldes, im mittleren Neckargebiet, aber auch in den großen Flüssen Rhein und Neckar. Nach den Ergebnissen des WRRL-Monitorings zu urteilen, ist die Art selten im Taubergebiet, im Kraichgau und auf der Schwäbischen Alb. Die langsam fließenden, oft trüben und verschlammten Fließgewässer der Keupergebiete wie dem Taubergebiet und dem Kraichgau scheinen der krustenbildenden Art nicht zuzusagen. Ihr Verbreitungsschwerpunkt

liegt in den unteren bis mittleren Höhenlagen. Die höchstgelegenen Fundorte liegen (bisher) bei 660 m in silikatischen und 675 m in karbonatischen Fließgewässern. In den hohen Lagen des mittleren und südlichen Schwarzwaldes scheint sie vollständig zu fehlen.

Nach LAUTERBORN (1910, RegioWasser e.v. 2009) war *Hildenbrandia rivularis* zu Beginn des 20. Jahrhunderts im unteren Neckar zwischen Heidelberg und Edingen vereinzelt, im Rhein fast überall und häufig an Ufersteinen und Geschieben des Grundes zu finden. An diesem Verbreitungsbild hat sich seither wenig geändert, wird die Art doch 2012 und 2015 für die meisten WRRL-Probestellen im Rhein und im unteren und mittleren Neckar angegeben. Es ist allerdings nicht mehr nachvollziehbar, ob es einen markanten Rückgang zwischen den 1960er und 1980er Jahren, zur Zeit der höchsten trophischen und saprobiellen Belastung der beiden Flüsse, gab und ob nach dieser Periode eine Wiederausbreitung stattgefunden hat.

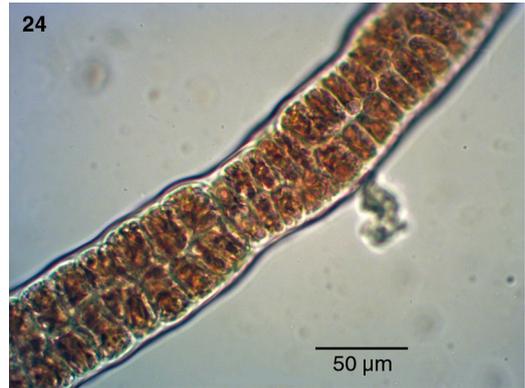
LAUTERBORN (1942) zufolge war *H. rivularis* in der rechtsrheinischen Oberrheinaue eine der häufigsten Algen auf den Geröllstrecken aller von ihm untersuchten Gießen zwischen dem Isteiner Klotz und der Modernmündung (Elsass), ganz besonders zahlreich im Innenrhein zwischen Oberhausen und Kappel und in der nahen Blinden Elz, wo sie auch heute noch in großen Beständen vorkommt. Auch nach BACKHAUS & KRAUSE (1974) war *H. rivularis* in der Inneren Rheinaue „in mäßig tiefen Fließgewässern mit Gerölluntergrund ehemals verbreitet“, sei aber „im Gefolge von Schlammablagerungen im Rückgang begriffen“. Es handelt sich bei diesen Fließgewässern nach KRAUSE (1976) um die Oberläufe der tiefen Grundwasserabflüsse (Gießen) innerhalb der Rheinaue, deren offene Verbindung zum Rheinstrom im Zuge des zwischen 1928 und 1977 durchgeführten Baus des Rheinseitenkanals unterbrochen wurde. Vielen Auengewässern wurde nun permanent Wasser aus dem Rhein zugeführt, Schlammablagerungen und Eutrophierung durch nährstoffreiches Rheinwasser waren die Folge und werden von KRAUSE (1976) und KRAUSE & HÜGIN (1987) als die wesentlichen Ursachen des von ihnen vor allem in den 1960er Jahren beobachteten Rückgangs von *H. rivularis* genannt. Allerdings scheinen die Populationen dieser krustenbildenden Rotalge nicht in dem Ausmaß abgenommen zu haben, wie von den Autoren befürchtet. Dies liegt sicher nicht nur an der



Abbildungen 21, 22. Fundorte von 21) *Hildenbrandia rivularis* und 22) *Bangia atropurpurea* in Baden-Württemberg. Für Teile Oberschwabens und das nordöstliche Württemberg liegen keine Angaben aus dem WRRL-Monitoring vor. Rote Kreise: Funde nach 2010, gelbe Kreise: Funde vor 1900.

Fähigkeit der wenig lichtbedürftigen Art, unter einer dünnen Schlammdecke zu überleben, sondern auch an der seit den 1980er Jahren deutlich verbesserten Qualität des Rheinwassers. KÖNIG (1994) weist zudem darauf hin, dass die nach dem Ausbau des Oberrheins um 1978 durchgeführte Kartierung zumindest teilweise bei Hochwasserständen durchgeführt wurde. Dies hatte zur Folge, dass kleinere Vorkommen und Vorkommen an tieferen Stellen unentdeckt blieben. Auch konnte die Art viele im Zuge des Oberrheinausbaus geschaffene Gewässer neu besiedeln, insbesondere die rheinparallelen Drainagegräben und Durchstiche zu den Altrheinen (FRITZ et al. 1997, SCHÜTZ 1991). Verbreitet war und ist *Hildenbrandia rivularis* auch heute noch im Gebiet des Hochrheins. Hier fand LAUTERBORN (1942) sie mehrfach im Bett des Hochrheins, im Unterlauf der Schlücht bei ihrer Mündung in die Wutach sowie in Bächen bei Unterlauchringen, deren Bestände er als „besonders schön entwickelt und faustgroße Geschiebe ganz mit ihren roten Häuten bedeckend“ beschrieb. In der Schlücht bildet die Art zumindest im Bereich der WRRL-Probestelle bei Gutenberg auch heute noch große, die Bachsohle zu erheblichen Teilen bedeckende Bestände.

Daneben fehlt sie auch den Bächen und Flüssen der Oberrheinebene außerhalb der eingedämmten Aue nicht. LAUTERBORN (1922) nennt als Fundorte unter anderem Bäche des Mooswaldes bei Freiburg, des Korcker Waldes bei Kehl und den kleinen Fluss Neumagen bei Krozingen. Im Mooswald bei Freiburg ist sie auch heute noch zu finden, so im Feuerbach, im Schobbach und, besonders zahlreich, im Glotterbach, vereinzelt sogar in schmalen Gräben mit sehr geringer Wasserführung. Sie kommt auch in zahlreichen weiteren, von LAUTERBORN nicht genannten Bächen und Flüssen der Oberrheinebene vor, so z.B. in Kander, Elz, Schutter, Kinzig, Acher und auch im Rheinseitenkanal bei Iffezheim. Alte Fundortsangaben außerhalb Badens sind rar. KIRCHNER (1880) nennt mit Gerabronn (bei Ellwangen) und der Tauber bei Mergentheim nur zwei Stellen im nordöstlichen Württemberg. Bis in die jüngste Zeit gibt es seit KIRCHNERs Zeiten so gut wie keine Angaben zu Fundorten von *Hildenbrandia rivularis* in Baden-Württemberg mehr. Daraus lässt sich keinesfalls ableiten, dass *H. rivularis* in Württemberg damals eine seltene Art war, denn die wenigen von KIRCHNER genannten Sammler von Algen haben ihre Tätigkeit fast immer auf ihre jeweiligen Wohnorte beschränkt.



Abbildungen 23, 24. *Bangia atropurpurea* am Restrhein bei Breisach, zusammen mit *Cladophora glomerata* auf den Ufersteinen wachsend (23). Mikroskopisches Bild mit Längs- und Querteilungen der Zellen innerhalb des Fadens (24). – Fotos: W. SCHÜTZ.

Erst mit dem Beginn der systematischen Probenahmen für die WRRL seit 2010 sind zahlreiche Fundorte in Württemberg hinzugekommen. Auch MATTERN (2013) fand *H. rivularis* in vielen Klingen des Schwäbisch-Fränkischen Waldes, vor allem auf flach überrieselten Sandsteinplatten. Wurden gar längere Gewässerstrecken untersucht, stellte sich nicht selten heraus, dass diese krustige Rotalge unter geeigneten Bedingungen über viele Kilometer fast durchgehend die Gewässersohle besiedelt. In flachen, stärker überströmten Gebieten der beiden aus dem Schwarzwald dem Neckar zufließenden Flüsse Enz und Nagold ist *Hildenbrandia rivularis*, nach TREMP (mdl. Mitt.) und eigenen Beobachtungen eine wesentliche Komponente des Phytobenthos und über weite Strecken die dominante Art. In ande-

ren Fließgewässern der Region mit erheblichem Gefälle dürfte es ähnlich aussehen.

Angaben zur Tiefenverbreitung macht LAUTERBORN (1922). Nach den vor fast 100 Jahren durchgeführten Untersuchungen mit Schleppnetzen war *H. rivularis* im Seerhein in 25 m Tiefe noch „recht häufig“, im Überlinger See hauptsächlich in Tiefen zwischen 10 und 20 m vorhanden. Hier fand LAUTERBORN (1922, 1942) sie auf Kalksinterkrusten an den steil in den See abfallenden Molassefelsen. Auch im Hochrhein reichten die Vorkommen bis in 11 m Tiefe. Bei der Betauchung einer Molasse-Steilwand im Überlinger See bei Wallhausen im September 2017 durch die Tauchergruppe der Limnologischen AG wurde weder *H. rivularis* noch anderer Algenaufwuchs gefunden. Offensichtlich hat eine extrem



Abbildungen 25, 26. Krusten von *Hildenbrandia rivularis* auf einem Kiesel (25), die aus aufrechten, kurzzelligen, dicht aneinander schließenden Fäden aufgebaut sind (26). – Fotos: W. SCHÜTZ.

dichte Besiedlung der von LAUTERBORN noch mit keinem Wort erwähnten *Dreissena polymorpha* bis in Tiefen von 40 Meter die Besiedlung durch Aufwuchsalgen fast völlig unterbunden.

In der Literatur gehen die Aussagen über die Ökologie von *H. rivularis* etwas auseinander. Wie in Baden-Württemberg besiedelt *H. rivularis* in Sachsen die Fließgewässer der unteren Mittelgebirgslagen bis hin zum Flachland (PAUL & DOEGE 2010), in Kärnten vor allem sommerwarme Gewässer in niedrigeren Lagen. Dies steht im Widerspruch zu den Beobachtungen von BUDDE (1928), nach denen im Sauerland *H. rivularis* eine charakteristische Art der obersten Fließgewässerabschnitte (Epirhithral) ist und im Hyporhithral von einer *Lemanea*-Zone abgelöst wird. Einigen Autoren zufolge (PASCHER & SCHILLER 1925, GEITLER 1932, ELORANTA & KWANDRANS 2004) soll *H. rivularis* wärmeres Wasser und Urgestein als Untergrund bevorzugen, nach anderen Quellen (ZELAZNA-WIECZOREK & ZIUKIEWICZ 2008) ist sie typisch für kalkreiche Fließgewässer. In Oberösterreich bevorzugt sie die kalkreichen, klaren, beschatteten Quellgewässer, wurde dort aber auch in kalkarmen Bächen angetroffen (HOHLA & LENZENWEGER 2012). Ähnlich ist die Situation in Baden-Württemberg, wo *H. rivularis* gleichermaßen in kalkreichen und kalkarmen Gewässern vorkommt.

Nach SCHAUMBURG et al. (2012) reagiert die Art sensibel auf erhöhte Trophie und stärkere organische Belastung, GUTOWSKI & FOERSTER (2009) sehen sie als Indikator für eine gute ökologische Qualität. Von ROTT et al. (1999) wird die Art als meso- bis eutraphent eingestuft. KELLY et al. (2015) betonen, dass *Hildenbrandia* über ein weites Spektrum von Nährstoffkonzentrationen vorkommt. Nach ELORANTA & KWANDRANS (2004) bevorzugt *H. rivularis* eutrophe, aber xeno- bis oligosaprobe, kalk-, zumindest aber basenreiche Gewässer mit hohen Elektrolytgehalten. In Sachsen wurde sie vielfach in stärker eutrophierten Gewässern angetroffen. HOHLA & LENZENWEGER (2012) nennen als Habitate einerseits Gewässer mit „klarem Wasser, einer zügigen, der Verschlämmung und Nährstoffkonzentration entgegenwirkenden Strömung, schottrige Bachbette und reichlich beschattendes Ufergehölz“, andererseits „mäßig, zum Teil sogar sogar kritisch belastete Gewässer“ – eine Einschätzung, die auch für Baden-Württemberg Gültigkeit hat. Nach Beobachtungen von M. PAUL (schriftl. Mitt.) ist *H. rivularis* empfindlich gegen Starklicht, da sie in unbeschatteten Fließgewässern Sachsens

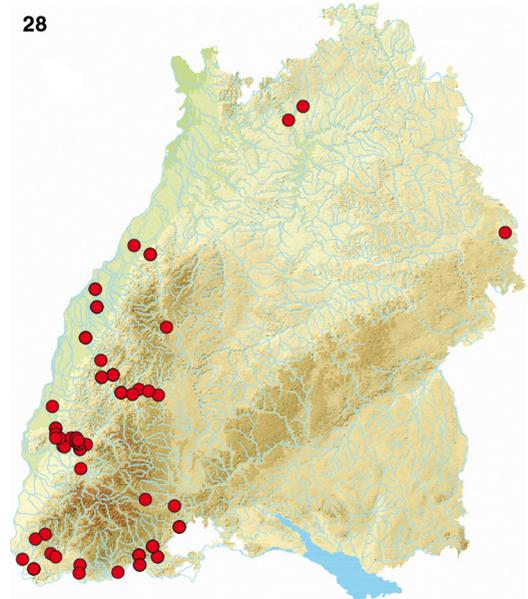
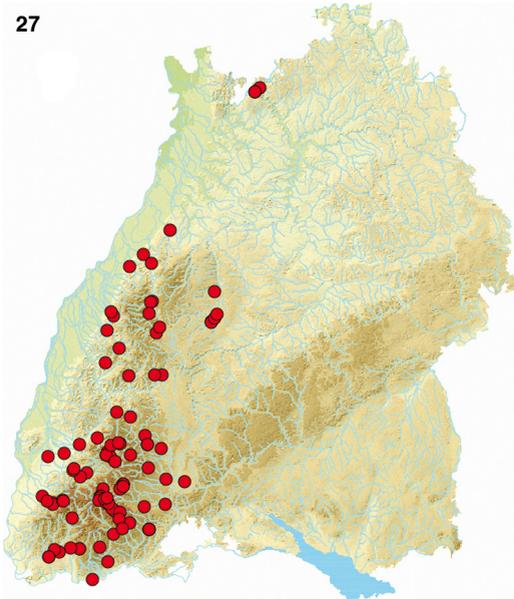
nur unter schlammigen Diatomeenbelägen, an weniger nährstoffbelasteten Stellen zwar als gut sichtbare Kruste, aber nur im Schatten gefunden wurde.

Eine Tendenz in der Bestandesentwicklung von *H. rivularis* ist schwer zu erkennen. In der Oberrheinaue war die krustenbildende Art eine der häufigsten Algen, von einem Rückgang der Bestände in den 1960er Jahren ist wahrscheinlich ebenso auszugehen wie von einer nachfolgenden Wiederausbreitung in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten. Was die Vorkommen außerhalb der Rheinaue und des unteren Neckars betrifft, liegen viel zu wenig ältere Daten vor, um einen Trend zu erkennen.

In mehreren Bundesländern wird *H. rivularis* als „gefährdet“ eingestuft (TÄUSCHER 2004, HELMECKE & KNAPPE 2011, WAGNER 2014). Im Gegensatz dazu ist eine Gefährdung in Baden-Württemberg nicht zu erkennen, die Art ist sogar ausgesprochen häufig und weit verbreitet. In Sachsen ist der relative Anteil von *H. rivularis* an den gesamten Rotalgenfunden heute größer als vor ca. 100 Jahren, für die letzten zehn Jahre wird ein etwa gleichbleibender Trend angenommen (PAUL & DOEGE 2010). Obwohl *H. rivularis* eine der auffälligsten Algen unserer Gewässer und leicht zu erkennen ist, gilt die für Österreich getroffene Feststellung von HOHLA & LENZENWEGER (2012), dass die „Hauptursache für den bisherigen Mangel an Nachweisen die ... geringe Beachtung dieser Art ist“ ebenso für Baden-Württemberg, besonders aber für den württembergischen Teil des Landes.

#### ***Lemanea fluviatilis* (L.) C. AGARDH 1811**

Die borstenförmigen, mit knotenförmigen Verdickungen versehenen, zu Büscheln angeordneten Hohlthalli sind im Gelände leicht zu erkennen (Abb. 29, 30). Sowohl eigene Aufsammlungen als auch die Ergebnisse des WRRL-Monitorings ergeben ein spezifisches Verbreitungsbild, das sich neben einigen Funden im Odenwald (WEISSBECKER 1991) fast ausschließlich auf den Schwarzwald und seine Randzonen beschränkt (Abb. 27). *Lemanea fluviatilis* besiedelt fast nur die silikatischen Bergbäche der mittleren und höheren Schwarzwald-Lagen, während die ähnliche Art *Paralemanea catenata* überwiegend auf die unteren Lagen beschränkt ist. *Lemanea fluviatilis* wurde 2010 aber auch in der bereits deutlich karbonatischen obersten Donaustrecke bei Pföhren angetroffen, wenn auch nur in wenigen Exemplaren. Die untere Verbreitungsgrenze von *L. fluviatilis* liegt bei 220 m im Schobbach nahe



Abbildungen 27, 28. Fundorte von 27) *Lemanea fluviatilis* und 28) *Paralemanea catenata* in Baden-Württemberg.

Freiburg, die höchsten Vorkommen reichen bis in die obersten Lagen des Feldberggebietes bei ca. 1.100 m über N.N. Ähnlich sind die Angaben zur Höhenverbreitung in Tschechien, wo die Art zwischen 305 und 888 m über N.N. gefunden wurde (KUČERA et al. 2008).

Alte Angaben zur Verbreitung sind rar, ebenso alte Belege im Herbar des Naturkundemuseums Karlsruhe. Die wenigen Belege stammen aber alle aus Schwarzwaldflüssen. Bereits KIRCHNER (1880) beklagt fehlende Nachweise für *Lemanea* für Württemberg, was allerdings nicht zu der Annahme verleiten sollte, dass die Art damals seltener war als heute. Die ältesten Belege aus Baden datieren nach WEHRLE (1948) auf die Mitte des 19. Jahrhunderts und wurden im Gewerbekanal und der Dreisam in Freiburg gesammelt. Nach RABANUS (1916) ist *L. fluviatilis* „überall“ bzw. „in allen Bächen des Schwarzwaldes“ anzutreffen. Auch SCHWABE (1987) nennt zahlreiche „*Lemanea*“-Fundorte für den Schwarzwald mit einem Verbreitungsschwerpunkt im mittleren und südlichen Teil und wenigen Fundorten in den Buntsandsteingebieten des nördlichen Schwarzwaldes. Leider unterscheidet sie nicht zwischen *Lemanea* und *Paralemanea*; es darf aber als sicher gelten, dass die Mehrzahl dieser in den höheren Lagen des Schwarzwaldes gemachten Funde zu *L. fluviatilis* zu rechnen ist. BACKHAUS

(1968b) fand die Art selten in Brigach und Breg. Er führt dies vor allem auf die geringe Toleranz von *L. fluviatilis* gegen starke Einstrahlung zurück, die durch die weithin fehlende Beschattung der beiden Donau-Quellflüsse voll zur Wirkung kommt.

*Lemanea fluviatilis* wächst bevorzugt auf Blöcken und größeren, standfesten Steinen in schnell bis turbulent fließendem Wasser, gerne auch an Wehren und sonstigen Abstürzen (Abb. 29) (KUČERA ET AL. 2008, KNAPPE & HUTH 2014). Nicht von ungefähr scheint die Art in den aus dem Schwarzwald zum Rhein abfließenden Bächen und Flüssen mit ihrer hohen Reliefenergie besonders häufig zu sein, vor allem in Dreisam, Elz und Wiese. Aber auch die zum Neckar abfließenden Gewässer mit relativ hohem Gefälle wie z.B. die vom Verfasser eingehend untersuchte Nagold beherbergen große Bestände dieser Art (Abb. 27). Auch außerhalb Baden-Württembergs kommt *L. fluviatilis* am häufigsten in Gebirgslagen vor, in Fließgewässern mit starker Strömung, geringen Leitfähigkeiten und niedrigen Temperaturen (KUČERA & MARVAN 2004, CARMONA et al. 2011, KNAPPE & HUTH 2014).

*Lemanea fluviatilis* wird gemeinhin als oligo- bis mesotroph und als empfindlich gegen Eutrophierung eingestuft (ROTT et al. 1999, KUČERA & MARVAN 2004, GUTOWSKI & FOERSTER 2009).



Abbildungen 29-32. Typischer Wuchsort der borstigen *Lemanea fluviatilis* in einem Schwarzwaldfluss (29). Charakteristisch sind ein deutlicher Absatz am Stiel, knotted verdickte Thallusabschnitte im Bereich der Spermangien und ein einzelner Zentralfaden, der im aufgerissenen Hohlthallus zu sehen ist (30). Die morphologisch ähnliche *Paralemanea catenata* in der Elz bei Emmendingen (31). Im Hohlthallus von *P. catenata* (aus der nahegelegenen Dreisam bei Freiburg) ist ein Zentralfaden (nicht sichtbar) von Hüllfäden umgeben (32). – Foto 29-31: W. SCHÜTZ, 32: C. CARTER.

In elektrolytarmen Fließgewässern der Pfalz (WOLFF 1999), nach eigenen Beobachtungen im Schwarzwald und in italienischen Fließgewässern (CESCHIN et al. 2013) scheint die Art aber eine gewisse saprobielle und trophische Belastung zu ertragen, sofern hydromorphologisch günstige Wuchsorte vorhanden sind. Die durchgehende Kartierung einer 20 km langen Strecke der Nagold (östl. Schwarzwald) durch den Verfasser ergab, dass *L. fluviatilis* nicht nur alle schnell fließenden Strecken dicht besiedelte, sondern selbst durch die Abwässer der großen Kläranlage bei Nagold (80.000 EGW) in seiner Häufigkeit und Vitalität kaum beeinträchtigt erschien.

In den nördlichen Bundesländern wird *L. fluviatilis* in der Regel als gefährdete Art eingestuft (z.B. TÄUSCHER 2004, PAUL & DOEGE 2010, HELMECKE & KNAPPE 2011), was sicher auch mit der geringeren

Verfügbarkeit geeigneter Wuchsorte zu tun hat. Für Sachsen wird ein langfristiger starker Rückgang vermutet, der durch Wasserkraftnutzung mit geringen Mindestabflüssen sowie durch Eutrophierung verursacht wird (PAUL & DOEGE 2010). Im Gegensatz zu der Situation in vielen anderen Bundesländern ist eine Gefährdung von *L. fluviatilis* in Baden-Württemberg nicht zu erkennen, die Art ist im Schwarzwald sogar ausgesprochen häufig. Ein Rückgang ist nicht nachzuweisen, was nicht zuletzt damit zusammenhängen mag, dass *L. fluviatilis* eine mäßige Belastung ertragen kann. In anderen Regionen Baden-Württembergs kam die Art, vom Odenwald und vereinzelt Fundorten in der Oberrheinebene abgesehen, wohl auch früher nicht vor.

Weitere *Lemanea*-Arten wurden in Baden-Württemberg in neuerer Zeit nicht gefunden, auch

nicht *Lemanea rigida*, die von WEHRLE (1942) für zwei Stellen im südwestlichen Schwarzwald angegeben wird. Beide Fundorte sind nicht genau zu lokalisieren, zudem gibt WEHRLE für beide Fundorte nur einen Bestand von wenigen Pflanzen an. Bei Nachsuchen in den betreffenden Fließgewässerabschnitten des Wagensteigbaches oberhalb Freiburg und der Gutach oberhalb Neustadt durch den Verfasser wurde die Art nicht gefunden. Die in älteren Arbeiten gelegentlich verwendeten Namen *Lemanea torulosa* SIROD. (SCHMIDLE 1893) und *L. torulosa* (ROTH) AGARDH (z.B. LAUTERBORN 1942) meinen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit aber weder *Lemanea rigida* (SIRODOT) DE TONI 1897 noch *Paralemanea torulosa* (ROTH) SHEATH & A. R. SHERWOOD, sondern, wie auch aus dem Kontext der Fundorte hervorgeht, *Paralemanea catenata* (KÜTZING) M. L. VIS & R. G. SHEATH. *Lemanea torulosa* sensu KÜTZING 1843 wird heute als Synonym zu *Lemanea rigida* (SIRODOT) DE TONI 1897 (KNAPPE & HUTH 2014, GUIRY 2017) gestellt.

***Paralemanea catenata*** (KÜTZING) M. L. VIS & R. G. SHEATH 1992

In Baden-Württemberg wurde mit *Paralemanea catenata* bisher nur eine Art dieser Gattung nachgewiesen. *P. catenata* besiedelt vor allem die Mittel- und Unterläufe der aus dem Schwarzwald kommenden größeren Flüsse (Elz, Dreisam, Kinzig, Rench), wo sie häufig große Bestände bildet (Abb. 28). Sie kommt aber auch in kleinen Fließgewässern der Rheinebene einschließlich der Vorbergzone vor. Vereinzelt Angaben aus dem WRRL-Monitoring liegen für den östlichen Odenwald und die Sechta in Ost-Württemberg vor (Abb. 28). Bisher wurde die Art in Baden-Württemberg nicht oberhalb 500 m gefunden. Ältere Angaben zur Verbreitung dieser Art sind rar. Mit hoher Wahrscheinlichkeit beziehen sich die Angaben von LAUTERBORN (1942) für *Lemanea torulosa* (ROTH) AGARDH auf *Paralemanea catenata* (KÜTZING) M. L. VIS & R. G. SHEATH und nicht auf die sehr ähnliche, aber etwas zierlichere *Paralemanea torulosa* (ROTH) SHEATH & A. R. SHERWOOD, die europaweit zudem als selten gilt (ELORANTA et al. 2011). Er fand sie im Rhein nur an einer Stelle, an Steinblöcken des Rheinufer oberhalb Breisach bei niedrigem Wasserstand. Als weitere Fundorte nennt er für die Rheinebene nur den Fluss Neumagen unterhalb Krozingen und den Bach der Hugstettener Mühle (nach Angaben von RABANUS 1916). Ob *Paralemanea catenata* in der Rheinebene früher seltener war oder ob LAU-

TERBORN die großen Vorkommen in Elz, Dreisam und Kinzig nicht kannte, bleibt unklar.

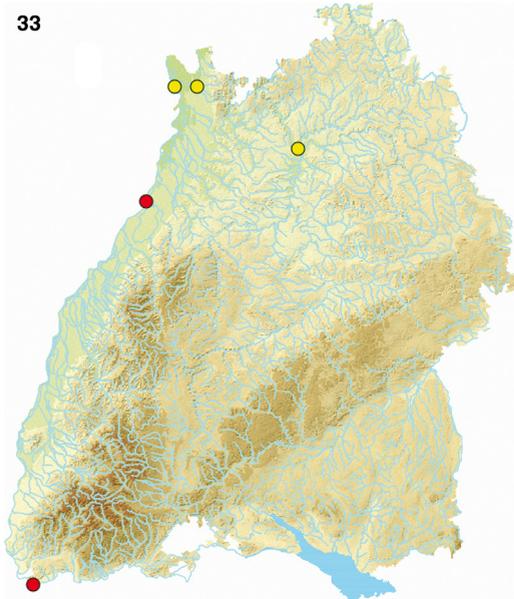
Die ökologischen Ansprüche von *Paralemanea catenata* an den Standort sind ähnlich denjenigen von *Lemanea*; besiedelt werden Blöcke, Ufermauern und große Steine in schneller bis turbulenter Strömung (Abb. 31). Den spärlichen Fundortsangaben zufolge scheint *P. catenata* in Deutschland selten zu sein. Erwähnung in den Roten Listen findet sie als stark gefährdete Art nur in wenigen Bundesländern (PAUL & DOEGE 2010, HELMECKE & KNAPPE 2011, Anonymus 2017). Eine Gefährdung dieser Art in Baden-Württemberg ist trotz des beschränkten Verbreitungsgebietes nicht anzunehmen.

***Thorea hispida*** (THORE) DESVAUX 1818

Diese bis zu 100 cm lange, auffallende Rotalge gilt als Besiedler großer Flüsse der Niederungen. Sie ist für Baden-Württemberg fast nur für den Rhein und den Neckar nahe seiner Mündung belegt (Abb. 33, 34). Aus neuerer Zeit sind nur zwei Fundorte bekannt: im Hochrhein oberhalb Weil (SCHÜTZ 2006, nicht veröff.) und, mit beträchtlichen Individuenzahlen, im Rhein bei Karlsruhe (BACKHAUS 2006).

Früher muss diese Art wesentlich häufiger gewesen sein. Nach LAUTERBORN (1910, 1942, RegioWasser e.v. 2009) war *T. hispida* im unteren Neckar zwischen Heidelberg und Edingen spärlich, zwischen Ladenburg und Feudenheim (Belege gesammelt von FÖRSTER; in LAUTERBORN 1942) aber zahlreich vorhanden. Die Verbreitung im Oberrhein reichte nach LAUTERBORN (RegioWasser e.v. 2009) bis hinauf nach Straßburg, vor allem zwischen Speyer und Ludwigshafen kam sie oft in größerer Zahl „an Steinen und Holzwerk in meterlangen schwarzgrünen Büscheln flutend“ vor. Als einzigen Fundort außerhalb dieser beiden großen Flüsse wird der Salinenkanal bei Jagstfeld (nahe Heilbronn am Neckar) angegeben, ein zumindest damals „klares, rasch über Geröllgrund strömendes Gewässer“ (LAUTERBORN 1942)

Ältere Fundangaben gibt es von ASKENASY & FÖRSTER (1892) für den Rhein bei Mannheim. Zudem liegen zwei 1869 in Mannheim gesammelte und als *Batrachospermum helminthosum* bezeichnete *Thorea*-Belege im Herbar des Naturkundemuseums Karlsruhe. Es wird für beide Belege weder Finder noch Gewässer benannt, aber ihre Herkunft aus dem Rhein dürfte wohl außer Zweifel stehen. Den wenigen Verbreitungsangaben in Europa (ELORANTA et al. 2011) zufolge scheint



Abbildungen 33, 34. Fundorte von 33) *Thorea hispida* in Baden-Württemberg. Rote Kreise: Funde nach 2000, gelbe Kreise: Funde vor 1950. 34) ein über 150 Jahre altes, fälschlich als *Batrachospermum helminthosum* bestimmtes Exemplar von *Thorea hispida*, das vermutlich aus dem Rhein bei Mannheim stammt (Naturkundemuseum Karlsruhe). – Foto: W. SCHÜTZ.

*T. hispida* fast ausschließlich auf größere Fließgewässer beschränkt zu sein. Diese größte unter unseren Süßwasser-Rotalgen wächst gerne auf Holz, siedelt aber auch auf Steinen. BOLPAGNI et al. (2015) zufolge zeigt *T. hispida* eine Präferenz für Flüsse mit nährstoffreichem Wasser. Von einem Rückgang der Art in Baden-Württemberg ist auszugehen, obwohl die Gründe hierfür nicht klar sind. Es ist jedoch nicht unwahrscheinlich, dass bei einer gezielten Nachsuche in größeren Flüssen weitere Wuchsorte dieser sehr un- stet auftretenden Art gefunden werden können (BOLPAGNI et al. 2015). Trotzdem muss diese Art wegen ihrer Seltenheit als stark gefährdet gelten.

#### 4 Diskussion

Diese Zusammenstellung der bisherigen Rotalgen-Funde ist ein erster Versuch, Vorkommen und Verbreitung der benthischen Rotalgen für Baden-Württemberg darzustellen. Bereits KIRCHNER (1880) war bewusst, dass die damals intensiver als heute und von nicht wenigen Personen betriebene Beschäftigung mit Algen nur sehr unvollkommene Verbreitungsbilder einzelner Taxa lieferte. Beschränkungen ergaben sich damals

hauptsächlich durch die begrenzten Reisemöglichkeiten der Bearbeiter. Aber auch die hier gezeigten Verbreitungskarten der Rotalgen spiegeln in erster Linie den Aktionsradius der wenigen Algologen und nicht die wahre Verbreitung eines Taxons wider, wie dies heute bei den Gefäßpflanzen und in etwas geringerem Maße bei den Moosen Standard ist. Vermeintliche Häufungen von Fundorten gehen nicht nur in alten Zeiten auf die Tätigkeit einzelner Personen zurück. Dies lässt sich besonders am Verbreitungsbild einiger *Batrachospermum*-Arten erkennen, das eng mit der Tätigkeit des Verfassers in bestimmten, eng umgrenzten Gebieten im Schwarzwald und auf der Schwäbischen Alb korreliert ist (Abb. 8-11). Auch die Häufigkeit zweifelsfrei seltener, durch wenige Zufallsfunde nachgewiesener Arten (*Balbiania investiens*, *Batrachospermum helminthosum*, *Thorea hispida*) ließe sich bei intensiver Bearbeitung und Nachsuche in kleineren Gebieten sicher wesentlich erhöhen, wie dies auch von CHIASSON et al. (2014) nach einer Untersuchung in mehreren Regionen Frankreichs berichtet wird. Als vergleichsweise gut untersucht können nur Teile des Hochschwarzwaldes, der Freiburger Bucht und das Obere Donautal gelten.

Einen gewissen Ausgleich für dieses Ungleichgewicht schafft die seit 2010 durchgeführte Untersuchung des Algenaufwuchses der mittlerweile circa 550 Monitoring-Stellen der WRRL, die von der LUBW an den Fließgewässern des ganzen Landes eingerichtet wurden und alle Wasserkörper abdecken. Im Hinblick auf die Verbreitung einiger Rotalgen-Taxa müssen allerdings einige Abstriche gemacht werden, da die Auswahl der Probestellen weder an den speziellen Standortansprüchen einiger Taxa orientiert ist, noch die Zeit ihrer makroskopisch erkennbaren Entwicklungsphasen abdeckt. Die Zeit der Hauptentwicklung vieler Taxa (*Bangia atropurpurea*, *Batrachospermum* spp., *Lemanea fluviatilis*, *Paralemanea catenata*) ist in der Regel Winter bis Frühsommer. Zu anderen Jahreszeiten sind die makroskopischen Gametophyten bzw. Thalli insbesondere der Gattung *Batrachospermum* oft nicht nachweisbar oder stark reduziert (WEHRLE 1942, VIS et al. 1996, KNAPPE & HUTH 2014). Der aus unabwendbaren praktischen Gründen gewählte Kartierzeitraum des WRRL-Monitorings liegt jedoch zwischen Juli und September. Für weniger durch saisonale Entwicklungszyklen charakterisierte Taxa scheint das Monitoring hingegen ein realistisches Verbreitungsbild widerzugeben. Hier sind *Audouinella* spp., die *Chantransia*-Stadien und *Hildenbrandia rivularis* zu nennen. Ihre durch das Monitoring-Programm zutage getretene, zum Teil unvermutet weite Verbreitung und Häufigkeit hängt sicher auch damit zusammen, dass es sich um euryöke und trophie-indifferente Taxa handelt.

Aber auch wenn potentiell geeignete Rotalgen-Standorte zur richtigen Zeit aufgesucht werden, bleibt noch die Möglichkeit, daß die makroskopisch sichtbaren Gametophyten in vielen Populationen nicht jedes Jahr ausgebildet werden (KNAPPE & HUTH 2014). Dies konnte vom Verfasser vor allem bei *Batrachospermum* spp. an mehreren Wuchsorten beobachtet werden, die in verschiedenen Jahren zur gleichen Zeit aufgesucht wurden. Wenigstens zum Teil scheinen Umweltfaktoren hierbei eine wichtige Rolle zu spielen. So waren, im Gegensatz zu früheren Jahren, bereits Anfang Juni 2017 an mehreren bekannten Wuchsorten mit normalerweise üppigen Beständen von *Batrachospermum* spp. im Schwarzwald und der Baar nach einer Periode niedriger Wasserstände und relativ hoher Wassertemperaturen keine oder kaum noch Gametophyten zu finden.

Eine Einschätzung der Häufigkeit und letztlich des Gefährdungsgrades muss daher die Diskrepanzen zwischen (vermuteter) wahrer Verbreitung und der Zahl und Lage der tatsächlichen Funde mit einbeziehen. Aussagen über den Rückgang oder die Gefährdung einer Art sind nur dann möglich, wenn über deren Vorkommen und Häufigkeit hinreichende Angaben aus früheren Zeiten vorliegen (KUSEL-FETZMANN 1997). Eine Einschätzung des Gefährdungsgrades ist für einen erheblichen Teil der Rotalgen nur unter Vorbehalt möglich, da die historische und rezente Verbreitung und Häufigkeit von Algen weit weniger gut dokumentiert ist als für die meisten Gefäßpflanzen. Trotz der beschränkten Datenlage lässt sich für einige der hier behandelten Rotalgen-Taxa zumindest für den badischen Landesteil hinreichend genau darlegen, ob eine signifikante Tendenz zur Ausbreitung oder zum Rückgang vorliegt. Dies ist v.a. den Angaben von SCHMIDLE (1893), RABANUS (1916) und LAUTERBORN (1910, 1917, 1922, 1942) zu verdanken. Nicht immer decken sich die (in den Angaben zu den einzelnen Taxa enthaltenen) Ergebnisse mit der Einschätzung für andere Bundesländer (WAGNER 2014). Dies hat verschiedene Gründe, die mit einem relativ hohen Anteil hochmontaner Mittelgebirgslagen in Baden-Württemberg zusammen hängen. Beschränkte Verbreitungsgebiete in Baden-Württemberg hatten mit Sicherheit auch früher *Lemanea fluviatilis* im Schwarzwald und im Odenwald, *Paralemanea catenata* im niederen Schwarzwald und der angrenzenden Rheinebene, *Bangia atropurpurea* und *Thorea hispida* in Rhein und unterem Neckar. Zumindest die erstgenannten beiden Arten sind dort auch heute häufig und weit verbreitet und sind daher, im Gegensatz zu anderen Bundesländern (PAUL & DOEGE 2010, HELMECKE & KNAPPE 2011, WAGNER 2014), in ihrem Bestand nicht oder kaum gefährdet (Tab. 1). Kein Fall für die Rote Liste ist in Baden-Württemberg die in den nördlichen Bundesländern oft mit der Gefährdungstufe 3 bedachte *Hildenbrandia rivularis* (WAGNER 2014). Anders sieht vermutlich der Fall bei mehreren *Batrachospermum*-Arten (*B. arcuatum*, *B. atrum*, *B. boryanum*, *B. confusum*, *B. turfosum*, *B. vogesiacum*) aus. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass diese Arten wohl auch schon im 19. Jahrhundert selten waren oder ihr Vorkommen nie sicher bestätigt werden konnte (Tab. 1). Eine geringere Gefährdungstufe ist bei *Batrachospermum anatinum* und vor allem bei der relativ häufigen *Batrachospermum gelatinosum* angemessen. Ge-

Tabelle 1: Bestandessituation, Gefährdung bzw. Vorschlag für eine Einstufung nach den Kriterien der Roten Listen, erste bekannte Erwähnung und historische Belege für Baden-Württemberg, Gesamtzahl aller bisher bekannten Fundorte und der bisherigen Fundorte nach 2010 der 18 makroskopisch sichtbaren, für Baden-Württemberg jemals erwähnten Rotalgen-Taxa. Aktuelle Bestandsituation (akt B): ex – ausgestorben, es – extrem selten, ss – sehr selten, s – selten, mh – mäßig häufig, h – häufig, sh – sehr häufig, ? – unbekannt, Gefährdung (G): 0 – ausgestorben oder verschollen, 1 – vom Aussterben bedroht, 2 – stark gefährdet, 3 – gefährdet, R – extrem selten, V – Vorwarnliste, D – Daten unzureichend, \* – ungefährdet). k.A – keine Angabe. NKM S – Naturkundemuseum Stuttgart, NKM Ka – Naturkundemuseum Karlsruhe. Weitere Angaben im Text bei den jeweiligen Taxa.

Taxon	akt B	G	erste Erwähnung/Belege	Ges.-Zahl Fundorte	Fundorte nach 2010
<i>Chantransia - Stadien</i>	sh	*	nicht untersucht	k.A.	229
<i>Audouinella chalybaea</i> et <i>A. pygmaea</i>	h	*	1 Beleg von SCHMIDLE (1893) im NKM Ka; KIRCHNER (1880) nennt einen Fund ( <i>Chantransia pygmaea</i> ) in der Bühler bei Untersontheim	k.A.	136
<i>Audouinella hermannii</i>	h	*	nach WEHRLE (1948) im Gewerbekanal in Freiburg, gesammelt von CRAMER und WORTMANN 1855	k.A.	85
<i>Balbiana investiens</i>	es	1	Erstfund 2014 durch den Autor in der Gutach uh. Titisee	1	1
<i>Bangia atropurpurea</i>	mh	*	Angaben von KIRCHNER (1880) nach Funden von v. ZELLER und STEUDEL (1855) für 2 Stellen in Württemberg; nach LAUTERBORN (1910) im Rhein	27	15
<i>Batrachospermum anatinum</i>	s	3	erste Angabe von WEHRLE (1942) für die Gauchach; nach FISCHER (1956) mehrere Fundorte am Nordrand der Schwäbischen Alb; keine Belege im NKM S und im NKM Ka.	34	14
<i>Batrachospermum arcuatum</i>	?	D	nach WEHRLE (1942) in der Gauchach; Angabe unsicher	1 (unsicher)	0
<i>Batrachospermum atrum</i>	ex	0	KIRCHNER (1880) nennt einen Fund von v. MARTENS in Stuttgart, zuletzt von BACKHAUS & KRAUSE (1974) erwähnt; keine Belege im NKM S und im NKM Ka	5	0
<i>Batrachospermum boryanum</i>	?	D	KIRCHNER (1880), nach einem Fund von EULENSTEIN in Schussenried; ohne Beleg und auch nach 2010 nicht sicher nachgewiesen, daher als unsichere Angabe gewertet	2 (unsicher)	1 (unsicher)
<i>Batrachospermum confusum</i>	s	2	KIRCHNER (1880) nennt für Württemberg Funde von EULENSTEIN in Schussenried und v. ZELLER in Ravensburg; keine älteren Belege im NKM S und im NKM Ka	12	10
<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	mh	V	ältester datierter Beleg ( <i>B. moniliforme</i> Roth) von KÖSTLIN, gesammelt 1829 in Sulz am Neckar (NKM S); zahlreiche Belege aus mehreren Landesteilen im NKM Ka und NKM S zwischen 1836 und 1892	90	48
<i>Batrachospermum helminthosum</i>	es	R	von BACKHAUS (1968a) an 2 Stellen in der Brigach gefunden, 2016 ein Fund in der Elz	3	1
<i>Batrachospermum turfosum</i>	es	1	älteste Belege von BRAUN (1848) und THIRY (1859) aus Feld- und Titisee, im NKM KA	13	4
<i>Batrachospermum vogesiacum</i>	es	D	1 Angabe von FISCHER (1956) für die Rotmurg	1	0
<i>Hildenbrandia rivularis</i>	sh	*	nach WEHRLE (1948) in Heidelberg, gesammelt 1857 von AHLES; KIRCHNER (1880) nennt für Württemberg 3 Fundorte im nordöstlichen Württemberg	313	260
<i>Lemanea fluviatilis</i>	h	*	nach WEHRLE (1948) 1853 von WARTMANN gesammelt in der Dreisam und von THIRY 1859 im Gewerbekanal in Freiburg; ein Beleg von 1886 aus der Oos bei Beuren-Geroldstein im NKM KA	98	95

Taxon	akt B	G	erste Erwähnung/Belege	Ges.-Zahl Fundorte	Fundorte nach 2010
<i>Lemanea rigida</i>	?	?	von WEHRLE (1942) für zwei Stellen im südwestlichen Schwarzwald angegeben; Nachsuche erfolglos	2	0
<i>Paralemanea catenata</i>	mh	*	3 Angaben in RABANUS (1916) für <i>Lemanea torulosa</i> (Roth) AGARDH im Rhein und 2 Zuflüssen beziehen sich sehr wahrscheinlich auf <i>P. catenata</i>	61	58
<i>Thorea hispida</i>	es	2	2 Belege von 1869 in NKM Ka, vermutlich aus dem Rhein bei Mannheim; nach ASKENASY & FÖRSTER (1892) im Rhein	6	2

rade bei letztgenannter Art ist zu bedenken, dass viele ihrer Populationen nicht in jedem Jahr zu finden sind und dass sie zumindest in fast allen von Grundwasser beeinflussten Gewässern des intensiv abgesuchten Oberen Donautals vorkam. Kaum repräsentiert sind Vorkommen in stehenden Gewässern, obwohl gerade Rotalgen an die schlechten Lichtbedingungen in größeren Wassertiefen besonders gut angepasst sind (VAN DEN HOEK et al. 1993). Altbekannt sind *Batrachospermum*-Vorkommen in einigen natürlichen Seen des Hochschwarzwaldes, besonders in Feldsee, Titisee und Blindensee (ZAHN 1888, SCHLENKER 1908, GOLUBIC 1967, RegioWasser e.v. 2009) und im Bodensee (LAUTERBORN 1942), die bisher leider nur zum kleinen Teil überprüft werden konnten. Praktisch keine Angaben gibt es über Rotalgen-Vorkommen in den unzähligen Baggerseen der Oberrheinebene, deren durch Grundwasserzutritt bedingte, vergleichsweise niedrige Wassertemperaturen der Entwicklung besonders der *Batrachospermen* förderlich sein müssten. Nach Angaben von N. LEIST (mdl. Mitt.) wurden bei mehreren Tauchgängen bisher keine *Batrachospermen* und kaum *Hildenbrandia rivularis* entdeckt, was zumindest zum Teil auf das überwiegend feinkörnige und leicht bewegliche Sediment dieser Baggerseen zurückzuführen sein dürfte.

#### Dank

An erster Stelle möchte ich mich bei Frau Dr. JOHANNA KNAPPE, Marburg, für die Einführung in die oft nicht einfache Bestimmung der Rotalgen und natürlich auch für die stets bereitwillige und schnelle Bestimmung und Revision zahlreicher *Batrachospermum*- und *Lemanea*-Funde bedanken. Mitteilungen und Information über Fundorte erhielt ich freundlicherweise von Dr. HORST TREMP, Dr. ADAM HÖLZER und ULI MILLER. Besonders erwähnen möchte ich den bisher einzigen rezenten Fund von *Batrachospermum helminthosum* durch ANDREA HECKENBERGER während mehrerer gemeinsamer Exkur-

sionen und die Betauchung einer Molasse-Steilwand im Überlinger See durch Prof. NORBERT LEIST und die Tauchergruppe der limnologischen AG. Bedanken möchte ich mich ebenfalls bei der LUBW, insbesondere bei Frau FRIEDRICH und Herrn HOPPE für die Überlassung von Daten zum Vorkommen von Rotalgen in Fließgewässern aus den Monitoring-Ergebnissen der Wasserrahmenrichtlinie 2010 bis 2016, bei den Herren Dr. MARKUS SCHOLLER vom Naturkundemuseum Karlsruhe und Dr. ARNO WÖRZ vom Naturkundemuseum Stuttgart für ihre Unterstützung bei der Sichtung der Algenherbarien und ebenso bei den beiden Gutachtern für wertvolle Hinweise, sowie bei Dr. ANTJE GUTOWSKI und CHRIS CARTER, die ausgezeichnete Mikrofotos von zwei Taxa zur Verfügung gestellt haben, ebenso bei Dr. LYDIA KING und JACKY KING für die Korrektur des englischen abstracts. Nicht zuletzt bedanken möchte ich mich bei der Erich-Oberdorfer-Stiftung, die einen erheblichen Zuschuss zur Deckung der Reisekosten gewährte.

#### Literatur

- ASKENASY, E. & FÖRSTER, F. (1892): Beiträge zur badischen Algenflora. – Mitteilungen des badischen botanischen Vereins **101**: 1-6.
- BACKHAUS, D. (1968a): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. II. Die räumliche und zeitliche Verteilung der Algen. – Archiv für Hydrobiologie, Supplement **34**, 1/2: 24-73.
- BACKHAUS, D. (1968b): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. IV. Systematisch-autökologischer Teil. – Archiv für Hydrobiologie, Supplement **34**: 251-320.
- BACKHAUS, D. (2006): Litorale Aufwuchsalgen im Hoch- und Oberrhein. – Carolinaea **64**: 5-68.
- BACKHAUS, D. & KRAUSE, W. (1974): Beiträge zur Algenflora des Taubergießengebietes. – In: Taubergießengebiet, eine Rheinauenlandschaft. – Natur- und Landschaftsschutzgebiete in Baden-Württemberg **7**: 177-179; Ludwigsburg.
- BERGFELD, R. & WILMANN, O. (1967): *Batrachospermum atrum* (HUDS.) HARV., eine für Südwestdeutschland neue Rotalge. – Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F. **9/3**: 477.

- BOLPAGNI, R., AMADIO, C., JOHNSTON, E. T. & RACCHETTI, E. (2015): New physical and chemical perspectives on the ecology of *Thorea hispida* (Thoreaceae). – *Journal of Limnology* **74**: 294-301.
- BUDE, H. (1928): Die Algenflora des Sauerländischen Gebirgsbaches. – *Archiv für Hydrobiologie* **19**: 433-520.
- CARMONA, J., PERONA, E., SANCHEZ-DIAZ, E. & LOZA, V. (2011): Morphological and ecological characterization of Batrachospermales (Rhodophyta) in the Jarama Basin, Iberian Peninsula. – *Limnetica* **30**: 117-128.
- CESCHIN, S., RICCI, S., ABATI, S., BISCEGLIE, S., MINCIARDI, M. R. & ZUCCARELLO, V. (2013): Distribution and ecology of red algae in Italian rivers. – *Fundamental and Applied Limnology* **183**: 223-237.
- ELORANTA, P. & KWANDRANS, J. (2004): Indicator value of freshwater red algae in running waters for water quality assessment. – *Oceanological and Hydrobiological Studies* **33**: 47-54.
- ELORANTA, P., KWANDRANS, J. & KUSEL-FETZMANN, E. (2011): Rhodophyceae and Phaeophyceae. – In: SCHAGERL, M. (ed.): Süßwasserflora von Mitteleuropa **7**. – 155 pp; Heidelberg (Spectrum Akademischer Verlag).
- FISCHER, E. (1956): Beitrag zur Kenntnis unserer heimischen Rotalgen. – *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde Württemberg* **111**: 526-543.
- FRITZ, R., KOHLER, A. & TREMP, H. (1997): Submerse Makrophyten der südbadischen Oberrheinauen. Verbreitung, Ökologie, Bioindikation. – Abschlussbericht des Forschungsvorhabens U 22-95.04 (Minist. Umwelt Verkehr Baden-Württ.), 131 S.
- GEITLER, L. (1932): Cyanophyceae. – In: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bd. 14. Leipzig 1932.
- GOLUBIC, S. (1967): Die litorale Algenvegetation des Titisees. – *Archiv für Hydrobiologie* **33**: 172-205.
- GRAHAM, J. M. & GRAHAM, L. E. (1987): Growth and reproduction of *Bangia atropurpurea* (ROTH) C. AG. (Rhodophyta) from the Laurentian Great Lakes. – *Aquatic Botany* **28**: 317-331.
- GREGOR T., KIEL, E. & TIMMERMANN, E. (2003): Wiederfunde von *Batrachospermum turfosum* BORY in Niedersachsen. – *Lauterbornia* **46**: 185-189.
- GUTOWSKI, A. & FOERSTER, J. (2009): Benthische Algen ohne Kieselalgen und Armleuchteralgen. Bestimmungshilfe. 474 S. LANUV Arbeitsblatt 9.
- HELMECKE, K. & KNAPPE, J. (2011): Rote Liste der Süßwasser-Rotalgen (Rhodophyceae) Thüringens. – In: Rote Listen der gefährdeten Tier- und Pflanzenarten, Pflanzengesellschaften und Biotope Thüringens. – *Naturschutzreport Heft* **26**: 412-416.
- HERWANGER, H. (2014): Oberschwäbische Botaniker aus fünf Jahrhunderten. Ein biographisch-bibliographisches Lexikon. – *Berichte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg* **170**; *Berichte der Botanischen Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschland, Beiheft* **4**: 643 S.
- HOHLA, M. & LENZENWEGER, P. (2012): Ein Schattendasein – die auffällige Krusten-Rotalge (*Hildenbrandia rivularis*) in Oberösterreich. – *Botanik Oberösterreich* **34**: 3-12.
- HORNUNG, H. (1950): Biologischer Nachweis der Verunreinigung der Echaz durch Abwässer. – *Veröffentlichungen der württembergischen Landesstellen für Naturschutz und Landschaftspflege* **20**: 272-280.
- KIRCHNER, O. (1880): Beiträge zur Algenflora von Württemberg. – *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde Württemberg* **36**: 155-203.
- KIRCHNER, O. (1888): Nachträge zur Algenflora von Württemberg. – *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde Württemberg* **44**: 143-166.
- KLOTTER, H.-E. (1954): Die Algen in den Seen des südlichen Schwarzwaldes. I. – *Archiv für Hydrobiologie, Supplement* **20**: 442-485.
- KNAPPE, J. (2007): *Balbiania investiens* – eine algologische Kostbarkeit in Hessen. – *Hessische Floristische Briefe* **56**: 15-16.
- KNAPPE, J., GEISSLER, U., GUTOWSKI, A. & FRIEDRICH, G. (1996): Rote Liste der limnischen Braunalgen (Fuco-phyceae) und Rotalgen (Rhodophyceae) Deutschlands. – In: LUDWIG, G. & SCHNITTLER, M. (eds): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. – *Schriftenreihe Vegetationskunde* **28**: 609-623.
- KNAPPE, J. & WOLFF, P. (2005): *Batrachospermum vogesiacum* F. W. SCHULTZ ex SKUJA (Rhodophyceae) – eine in Deutschland wenig bekannte Rotalgen-Art. – *Mitteilungen der Pollichia* **91**: 97-106.
- KNAPPE, J. & HUTH, K. (2014): Rotalgen des Süßwassers in Deutschland und in angrenzenden Gebieten. *Bibliotheca Phycologica* Bd. **118**: 142 S.; Stuttgart (Cramer).
- KÖNIG, A. (1994): Integriertes Rheinprogramm UVS Elz-Meißenheim – Wasserpflanzenkartierung (Südteil), für BfL Mühllinghaus. 131 S.
- KITAYAMA, T. (2014): Phenology and Morphology of the Two Freshwater Red Algae (Rhodophyta) in the Imperial Palace, Tokyo. – *Memoirs of the National Science Museum, Tokyo* **49**: 89-96.
- KRAUSE, W. (1976): Veränderungen im Artenbestand makroskopischer Süßwasser-algen in Abhängigkeit vom Ausbau des Oberrheins. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde* **10**: 227-237.
- KRAUSE, W. & HÜGIN, G. & Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie (1987): Ökologische Auswirkungen von Altarmverbundsystemen am Beispiel des Altheinausbaus. – *Natur und Landschaft* **62**: 9.
- KUČERA, P. & MARVAN, P. (2004): Taxonomy and distribution of *Lemanea* and *Paralemanea* (Lemaneaceae, Rhodophyta) in the Czech Republic. – *Preslia* **76**: 163-174.
- KUČERA, P., GRULICH, V., FRANKOVA, M. & BURES, P. (2008): Distribution of freshwater red algal family Lemaneaceae (Rhodophyta) in the Czech Republic: an update. – *Fottea* **8**: 125-128.
- KUSEL-FETZMANN, E. L. (1997): Algen: Zur Gefährdung der österreichischen Süßwasser-algen. – *Grüne Reihe des Lebensministeriums* **10**: 267-275

- LAUTERBORN, R. (1910): Die Vegetation des Oberrheins. – Verhandlungen des Naturhistorischen Medizinischen Vereins Heidelberg, N.F. Bd. X: 450-502.
- LAUTERBORN, R. (1917): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms, 2. Teil (Oberrhein). – Verhandlungen des Naturhistorischen Medizinischen Vereins Heidelberg 5. Abhandlung: 70 S.
- LAUTERBORN, R. (1922): Die Kalksinterbildungen an den unterseeischen Felswänden des Bodensees und ihre Biologie. – Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz 8: 209-215.
- LAUTERBORN, R. (1942): Beiträge zur Flora des Oberrheins und des Bodensees. – Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz 4: 313-321.
- LUDWIG, G., HAUPT, H., GRUTTKE, H. & BINOT-HAFKE, M. (2006): Methodische Anleitung zur Erstellung Roter Listen gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze. – BfN-Skripten, Bonn-Bad Godesberg, 191: 97 S.
- MATTERN, H. (2013): Algenfunde in Württemberg - Teil 3 – Chrysophyta (Goldalgen), Rhodophyta (Rotalgen), Phaeophyceae (Braunalgen). – Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg 169: 201-228.
- NECCHI, O. Jr. & OLIVEIRA, M. C. (2011): Phylogenetic affinities of “chantransia” stages in members of the Batrachospermales and Thorealess (Rhodophyta). – Journal of Phycology 47: 680-686.
- PASCHER, A. & SCHILLER, J. (1925): Rhodophyta. – In: PASCHER A., SCHILLER, J. & MIGULA, W.: Heterokontae, Phaeophyta, Rhodophyta, Charophyta. – Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz Bd. 11: 135-206; Fischer, Jena.
- PAUL, G. & DOEGE, A. (2010): Rot- und Braunalgen. Rote Liste und Artenliste Sachsens. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. 31 S.
- RABANUS, A. (1916): Beiträge zur Kenntnis der Periodizität und der geographischen Verbreitung der Algen Badens. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg 21: 1-158.
- RegioWasser e.v., JÖRG LANGE (Hrsg.) (2009): 50 Jahre Rheinforschung. Lebensgang und Schaffen eines deutschen Naturforschers. ROBERT LAUTERBORN (1869 – 1952). – 816 S.; Lavori Verlag
- ROTT, E., HOFMANN, G., PALL, K., PFISTER, P. & PIPP, E. (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Fließgewässern in Österreich. Teil 1: Saprobielle Indikation. – Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- ROTT, E., VAN DAM, H., PFISTER, P., PIPP, E., PALL, K., BINDER, N. & ORTLER, K. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation, geochemische Reaktion, toxikologische und taxonomische Anmerkungen. – Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- CHIASSON, W. B., SALOMAKI E. D. & VIS, M. L. (2014): New Collections of Freshwater Red Algae (Batrachospermales, Rhodophyta) from Historically Important Areas in France. – Cryptogamie, Algologie 35: 303-316.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., VOGEL, A. & GUTOWSKI, A. (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos. – Arbeitsmaterialien des Bayerischen Landesamtes für Umwelt. Stand Januar 2012. 192 S.
- SCHLENKER, G. (1908): Das Schwenninger Zwischenmoor und zwei Schwarzwald-Hochmoore in Bezug auf ihre Entstehung, Pflanzen und Tierwelt. – Mitteilungen der Geologischen Abteilung des Königlich-Württembergischen Statistischen Landesamtes 5: 279 S.; Stuttgart.
- SCHMIDLE, W. (1893): Beiträge zur Algenflora des Schwarzwaldes und der Rheinebene. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg 7: 68-112.
- SCHÜTZ, W. (1991): Abschlußbericht zum Raumordnungsverfahren Wyhl – Weisweil. Untersuchungen zur Gewässer- und Röhrichtvegetation. – Im Auftrag der LfU Baden-Württemberg. 96 S. (unveröff.).
- SCHWABE, A. (1987): Fluß- und bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe im Schwarzwald. – Dissertationes Botanicae 102: 368 S. + Karten- u. Tabellen-Anhang; Berlin-Stuttgart (Cramer).
- TÄUSCHER, L. (2004): Rote Liste der Algen des Landes Sachsen-Anhalt. – In: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (ed.): Rote Listen Sachsen-Anhalt. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 39: 34-42.
- VAN DEN HOEK, C., JAHNS, H. M. & MANN, D. G. (1993): Algen. 3. Aufl. Stuttgart (Thieme-Verlag).
- VANDERPOORTEN, A. & KLEIN, J. P. (2000): Aquatic bryophyte assemblages along a gradient of regulation in the river Rhine. – Hydrobiologia 410: 11-16.
- VIS, M. L., SHEATH, R. G. & COLE, K. M. (1996): Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 8a. Section *Batrachospermum*: *Batrachospermum gelatinosum*. – European Journal of Phycology 31: 31-40.
- WAGNER, H.-G. (2014): Limnische Rotalgen in Berlin und Brandenburg – Kenntnisstand und Defizite. – Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal 11: 35-41.
- WEHRLE, E. (1942): Algen in Gebirgsbächen am Südostrand des Schwarzwaldes. Ökologische und floristische Untersuchungen im Wutach-Gauchach-Naturschutzgebiet. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 7: 128-286.
- WEHRLE, E. (1948): Badische Algen, hauptsächlich aus den Jahren 1854-1859. – Ergebnisse einer Neudurchsicht der Jack/Leiner/Stizenbergerschen Exsikkatensammlung. – Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz 5: 7-15.
- WEISSBECKER, M. (1991): Rotalgen in Fließgewässern des Odenwaldes. 25. Hess. Floristentag – Tagungsbeiträge. – Schriftenreihe Umweltamt der Stadt Darmstadt 13: 13-20.
- WEST, G. S. & FRITSCH, F. E. (1927): A Treatise on the British Freshwater Algae. – Cambridge (Cambridge University Press).

- WILMANN, O. (1968): Nachtrag zu: *Batrachospermum atrum* (HUDS.) HARV., eine für Süddeutschland neue Rotalge. – Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F. **9/4**: S. 810.
- WOLFF, P. (1999): Vegetation und Ökologie der nährstoffarmen Fließgewässer der Pfalz. – Pollichia-Buch Nr. **37**: 125 S.
- WOLFF, P. & KNAPPE, J. (2014): Die Süßwasser-Rotalgen (Rhodophyta, Rhodophyceae) im Saarland und Grenzgebieten. – Abhandlungen der Delattinia **40**: 137-160.
- ZAHN, H. (1888): Sommer um den Feldberg. – Mitteilungen des Botanischen Vereins für den Kreis Freiburg und das Land Baden **45**: 395-402.
- ZELAZNA-WIECZOREK, J. & ZIUKIEWICZ, M. (2008): *Hildenbrandia rivularis* (Rhodophyta) in Central Poland. – Acta Societatis Botanicorum Poloniae **77**: 41-47.
- ZIMMERMANN, W. (1951): Eine für Württemberg neue Rotalge (*Batrachospermum atrum* HARVEY). – Veröffentlichungen der württembergischen Landesstellen für Naturschutz und Landschaftspflege Ludwigsburg und Tübingen **20**: 247-258.

#### Internet

- Anonymus (2017): Rote Liste gefährdeter Pflanzen und Tiere des Saarlandes. Rote Liste: Rotalgen; <https://www.saarland.de/46193.htm>
- GUIRY, M. D. in GUIRY, M. D. & GUIRY, G. M. (2017): AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>.
- KELLY, M. G., KROKOWSKI, J. & HARDING, J. P. C. (2015): RAPPER: A new method for rapid assessment of macroalgae as a complement to diatom-based assessments of ecological status. – Science of the Total Environment **568**: 536-545. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.068>