

**B E R I C H T E D E R N A T U R F O R S C H E N D E N
G E S E L L S C H A F T D E R O B E R L A U S I T Z**

Band 9

Ber. Naturforsch. Ges. Oberlausitz 9: 149-155 (2000)

ISSN 0941-0627

Manuskriptannahme am 11. 5. 1999
Erschienen am 21. 4. 2001

**Biologisch bedingte Rotfärbungen von Gewässern -
Beispiele aus der Oberlausitz**

Von UWE HORNIG und JENS PENIG

Mit 3 Abbildungen

Ungewohntes erschreckt. Und fasziniert. Im folgenden sollen einige Beispiele rotverfärbter Gewässer vorgestellt werden, wobei die Verursacher jeweils ganz verschiedene sind.

1. „Kadaver“ im Steinbruch am Napoleonstein in Bischofswerda

„Kadaver-Fund im Steinbruch: Kripo ermittelt“ lautete die Überschrift auf der Titelseite der Tageszeitung am 20.3.1999. Das Thema schien so brisant, dass auch Regionalredaktionen der Nachbarkreise die Meldung übernommen hatten. Auf der Oberfläche eines Steinbruchs in Bischofswerda, so berichtete der Text, waren bei einem Hubschrauber-Kontrollflug rosa bis rote Flecken entdeckt worden und die Polizei, möglicherweise einem Umweltverbrechen auf der Spur, hegte den Verdacht, es handele sich um illegale Entsorgung tierischer Innereien. Umweltamt und Kriminalpolizei baten Zeugen um telefonische Hinweise.

Was hält ein Limnologe von einer solchen Meldung? Die Vermutung ist mit hoher Sicherheit abwegig, das Phänomen jedoch interessant und einen sofortigen Besuch wert. Bestimmt liegt hier ein weiteres Glied in der Kette der „Blutwunder“ vor! Diese sollten Zeichen drohender Katastrophen sein oder Resultat unterschiedlichster Mordfälle, Ergebnis von Blutregen, von Farbeinleitungen oder einfach Wunder.

Welches Bild bot sich also im März 1999? Der relativ große Steinbruch (über 100 m lang und knapp halb so breit) ist im Schatten der südlichen Felswand noch mit Eis bedeckt, darunter häufen sich die roten Flecken, besonders gut sichtbar an der Abschmelzgrenze. Einzelne Flotten treiben im Freiwasser, am Ufer liegen fasrige, rote Fladen, Brocken, durchsetzt mit weißen Teilen, an Sehnen bzw. Fett erinnernd. Zentimetergroße Stücke wurden als Saum ans Ostufer angespült. Flächig bis Handtuchgröße finden wir das Substrat aber auch am Nordrand, z. T. unter Wasser.

Die fasrige Struktur täuscht, die gewebeähnlichen Massen zerfließen beim Zerreiben sofort, größere Teile lassen sich nicht herausangeln. Schon hier wäre Skepsis beim Lokaltermin angebracht gewesen, denn Verwesung war offensichtlich noch nicht eingetreten. Außerdem, wieviel Wagenladungen Innereien wären für eine Verschmutzung solchen Ausmaßes nötig gewesen? Wie kommt das alles unters Eis? Wie wurde es überhaupt im ziemlich windgeschützt gelegenen Steinbruch so weit verteilt?

Ein Blick ins Mikroskop überführte die Täter. Es handelte sich um eine Massenentwicklung von *Planktothrix rubescens* (DE CANDOLLE ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK, bekannter unter dem Synonym *Oscillatoria rubescens*. Diese fädige Blaualge (Cyanophyta / Cyanoprokaryota, Hormogonales) wird als Burgunderblutalge bezeichnet. Besonders im Winter unter Eis

bildet die Art Wasserblüten. Sie ist eine Kaltwasserform und damit eine Ausnahme unter den Blaualgen (HUBER-PESTALOZZI 1938/62). Bei Eisaufbruch und mit Abbau der Winterschichtung gelangen die Massen an die Oberfläche. Absterbende Teile werden weiß, wirken flechsenartig zwischen den roten „Gewebeteilen“, was die irrtümliche Deutung etwas entschuldigt.



Abb. 1 *Planktothrix rubescens*, leg. 20.3.1999, Bischofswerda, 50fache Vergrößerung
Fotos bei Abb. 1 und Abb. 2: J. Penig; Graufilter

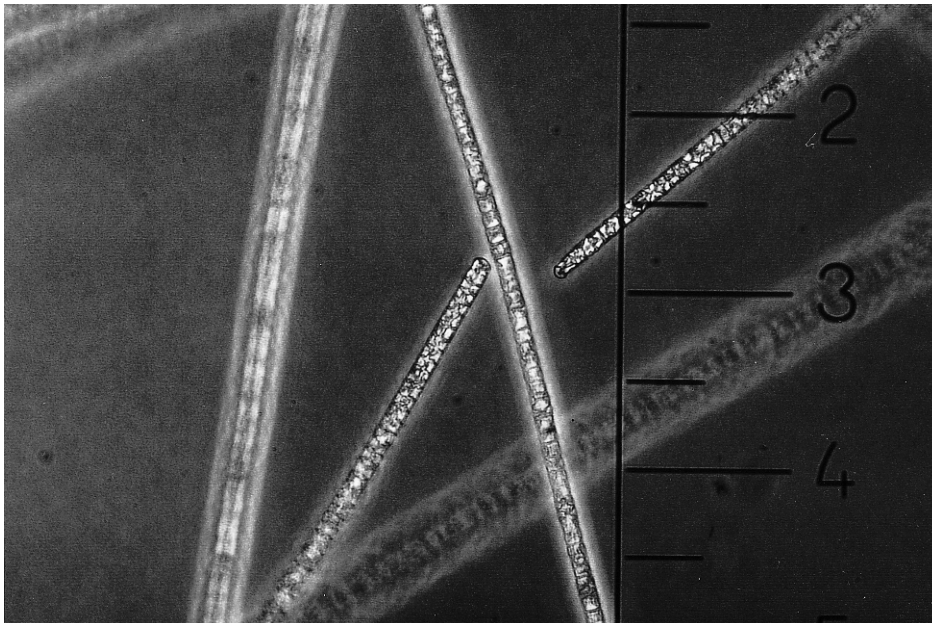


Abb. 2 *Planktothrix rubescens*, leg. 20.3.1999, Bischofswerda; Abstand zwischen zwei Zahlen: 40 µm

Die purpurrote Färbung von *Pl. rubescens* wird durch Phykoerythrin hervorgerufen. Im mikroskopischen Bild ergab sich eine Auffälligkeit, die an der Determination zweifeln ließ: Es fanden sich nur wenige Kalyptra-Endzellen, wofür das Zerbrechen der Fäden aber offenbar nicht der einzige Grund war. Die allermeisten der Fäden (5-6 µm breit) waren rötlich und zeigten nicht die für *Pl. rubescens* typischen und in der klassischen Bestimmungsliteratur ausschließlich zur Artdiagnose herangezogenen kopfigen Endzellen mit Haube (Kalyptra), sondern mehr oder weniger einfache Abrundungen. Dagegen wirkten wenige Fäden grünlicher, wenig schmaler und ließen die haubenförmige Endzelle erkennen. Vermutlich handelt es sich bei diesen typischen um jüngere, bei den stärker roten aber um ältere Fäden (WETZEL 1969). Entgegen vielen vereinfachten Darstellungen scheint die Taxonomie der Gattung *Planktothrix* schwierig; KOMÁREK (i. litt.) unterscheidet die makroskopisch sehr ähnlichen *Pl. rubescens* und *agardhii* ökologisch und nach Farbpigmenten.

Bekannt wurde die Burgunderblutalge ursprünglich aus Schweizer Seen, wo sie ihren Namen nach dem im Volksglauben wiedererscheinenden Blut der in einer Schlacht im 15. Jahrhundert ums Leben gekommenen Burgunder erhielt. Ihr gehäuftes Auftreten in den Schweizer Seen ging einher mit zunehmender Belastung (LIEBMANN 1962). Weiterhin rief die Blaualgenart z. B. auch Schäden im Flusswasserwerk London hervor. Ihr vereinzelt Vorkommen in den Steinbrüchen der Westlausitz ist nicht unbekannt (BENNDORF, pers. Mitt.). Obwohl der Erstautor sie in dieser Form bisher nicht sah, war die Pressemeldung sofort suspekt.

Anmerkung: Die Aufklärung der „illegalen Entsorgung“ durch den abendlichen Anruf eines Limnologen als Privatmann wollte die Kripo nicht richtig zur Kenntnis nehmen, statt dessen wurden erneut drei Fachbehörden bemüht, ohne Klarheit zu bringen. Ein der Tageszeitung angebotener Text erschien zwar sofort, aber redaktionell bearbeitet, sprich unexakt.

Bei einem Besuch des Steinbruchs nach reichlich zwei Wochen waren Eis und rote Flecken verschwunden und das Wasser klar. Nur in der östlichen Bucht fanden sich angespült zwischen Unrat und Blättern wenige rote Schlieren. Die vormals fladenartige Struktur war bei diesen letzten Resten der inzwischen fast vollständig lysierten Algenblüte kaum noch erkennbar.

2. Blutregen in Ebersbach

Mitte Mai 1992 brachte ein besorgter Gartenbesitzer aus Ebersbach/Sa. eine Wasserprobe seines kleinen Teiches ins Umweltanalytik-Labor. Das Wasser hatte sich sozusagen über Nacht blutrot gefärbt. Was war die Ursache? Waren schädliche Auswirkungen zu befürchten?

Es lag eine Massenentwicklung der Grünalge *Haematococcus pluvialis* FLOTOW em. WILLE (Chlorophyta, Volvocales) vor. Aus dem deutschen Artnamen Blutregenalge wird deutlich, dass man sich früher (wie heute) die plötzliche Färbung der Gewässer nicht erklären konnte und mit einem, an Märchen oder Sagen erinnernden, blutigen Niederschlag in Verbindung brachte. Auch die wissenschaftliche Bezeichnung spiegelt diesen Glauben wider: haima (griech.) - Blut, pluvia (lat.) - Regen; coccus kennzeichnet die Form der Algen.

Natürlich fällt die Alge nicht in Massen vom Himmel. Hohe Temperaturen und Strahlungsmengen im Frühjahr können bei entsprechendem Nahrungsangebot zum explosionsartigen Wachstum führen. Schließlich gehen Nitrate und Phosphate zur Neige. Um die nun ungünstigen Lebensverhältnisse zu überdauern, werden Karotinoide als Speicherfarbstoffe gebildet und damit die Assimilationspigmente überlagert. Im Ergebnis werden die grünen Algen rot.

Der Gartenbesitzer konnte beruhigt werden. Ein Gefährdung geht von der Alge selbstverständlich nicht aus. Im Gegenteil, *Haematococcus* ist ein sensibles Lebewesen, besonders empfindlich gegen Pflanzenschutzmittel, und kann deshalb sogar in Wasserwerken als Testorganismus zur Trinkwasserüberwachung verwendet werden. Für Fische im betroffenen Teich bestünde allerdings eine, wenn auch geringe, Erstickungsgefahr, da durch die Algenentwicklung nachts Sauerstoffschwund auftreten kann, verstärkt durch Zehrungsprozesse bei absterbenden Algenmassen.

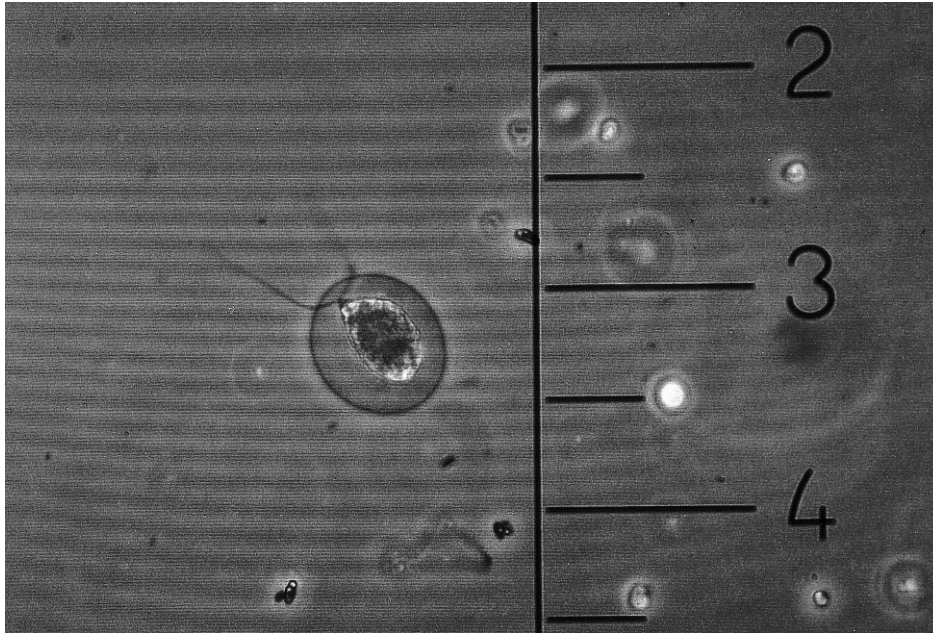


Abb. 3 *Haematococcus pluvialis*, leg. 3.10.1997, Lampertheim (Sandsteintrog); Abstand zwischen zwei Zahlen: 40 µm Foto: J. Penig

Ursache der in der Regel von Blau- oder Grünalgen gebildeten Wasserblüten ist letztlich die Eutrophierung, der hohe Nährstoffgehalt des Wassers als Folge verschiedenster Abwassereinträge und Auswaschungen. Als Maßnahmen gegen die Massenvermehrung bieten sich im vorliegenden Fall Absaugen der einen roten Bodensatz bildenden Ruhestadien und vorbeugendes Beschatten an; evtl. auch teilweiser Wasserwechsel, was aber schon zu einer weiteren, allerdings widersinnigen Möglichkeit überleitet, der Düngung: die roten Algen würden wieder grün ...

Nicht immer sollten gleich Algizide, Kupfersulfat oder andere schwere Geschütze aufgefahren werden. Manchmal verschwinden Algenblüten so plötzlich, wie sie gekommen sind. Und ist nicht das Auftreten der Blutalge ein interessantes Naturphänomen? Bekanntermaßen ist die Art auch in regelmäßig austrocknenden Steinbecken und -rinnen, in Behältern, Trögen und Betonbassins zu finden und kann bei Bedarf Ruhestadien, rote Beläge an Boden und Wänden, ausbilden (HUBER-PESTALOZZI 1961). Glaubte man nicht früher infolge ihres Wachstums in Weihwasserkesseln sogar an Blutwunder, hielt das Weihwasser für das Blut Christi?

3. Tiere als Verursacher

Auch die zu den Krebstieren gehörenden Wasserflöhe (Crustacea, Cladocera) sind in der Lage, bei Massentwicklungen in Gewässern rote Wolken zu bilden bzw. die ganze Wasserfläche rot aussehen zu lassen. Dieser Effekt ist wohl bekannter als die sporadischen roten Algenblüten und kann vom aufmerksamen Beobachter, der die Tiere im Schwarm schwimmen sieht, un schwer erkannt werden.

Als Beispiel sei der Kirchteich Neugersdorf genannt, zu dem der Erstautor im Spätsommer 1994 bei einem Fischsterben gerufen wurde. Der Auslöser wurde sofort klar: Sauerstoffmangel, die Konzentration lag tags bei sonnigem Wetter nur zwischen 0,2 und 0,5 mg/l. Was aber waren die Ursachen? Ein milchig-weißer Zulauf ergoss sich in den Teich und wirkte nicht nur selbst zehrend, sondern schuf auch, direkt oder indirekt, eine optimale Nahrungsgrundlage für

Daphnien. Das Wasser des Teiches war von ihnen großflächig und sehr eindrucksvoll rot gefärbt! Die Atmung der Wasserflöhe spielt bei extremen Massenerkrankungen durchaus eine Rolle im Sauerstoffhaushalt, wie Untersuchungen über Karpfenteiche belegten (HORNIG 1982). Der Kirchteich ist ein Abwasser(fisch)teich; gerade für solche Standorte mit sehr einseitigen Umweltbedingungen sind Massenerkrankungen zu erwarten (UHLMANN 1961).

Ursache der Rotfärbung ist das von manchen Cladocerenarten, insbesondere in der Gattung *Daphnia*, gebildete Hämoglobin, welches der besseren Sauerstoffausnutzung dient. Ökologische Anpassungen sowie Art- und Formenbildung sind bei Daphnien äußerst vielschichtig. So wurden beispielsweise im September 1991 in einem Steinbruch nahe Gräfenhain zwei dominante Daphnienarten beobachtet, die bereits makroskopisch nach ihrer Farbe, d. h. dem Vorhandensein von Hämoglobin, unterschieden werden konnten. Ihre Verteilung im geschichteten und in der Tiefe sauerstofffreien Steinbruchgewässer war damit aber nicht einfach in Einklang zu bringen.

Dass Rädertiere (Nemathelminthes, Rotatoria) als Verursacher rotgefärbter Gewässer auftreten, ist, im Gegensatz zu den Daphnien, sicher eine weitgehend unbekanntes Tatsache. Hinweise im Schrifttum kennen wir nicht, wenngleich einige Rotatorien als rötlich beschrieben werden. Ein eindrucksvolles Bild erlebte der Erstautor im Rahmen der schon erwähnten Untersuchungen 1991/92 bei Gräfenhain (Kreis Kamenz).

Im Gelände zwischen den Steinbrüchen standen zwei große Steintröge, beide mit Wasser gefüllt und ohne Besonderheiten. Zum Zeitpunkt einer Probenahme war einer auf einmal kräftig rot verfärbt, der andere weiterhin klar. Wider Erwarten stellte sich eine Massenerkrankung eines bdelloiden Rotators (Bdelloidea) heraus. Dieses damals periphere Problem wurde nicht weiter untersucht. Was war die inzwischen zur Neige gegangene Nahrungsgrundlage, trug sie evtl. zur Färbung bei?

Sicher wird es einen Auslöser gegeben haben, einen minimalen Unterschied zwischen den beiden Trögen oder eine einseitige äußere Beeinflussung. Trotzdem stellt sich das Phänomen als Beispiel manchmal völlig überraschender Umschwünge im limnischen Bereich dar. Scheinbar winzige oder unvorhersagbare Details können grundlegende Abweichungen zwischen Alternativen hervorrufen. Natürlich sind die Steintröge schon von ihren Dimensionen her weniger gepuffert als größere Gewässer, vor übermäßigem Vertrauen in deterministische Vorhersagen aber warnen sie allemal.

4. Ergänzende Anmerkungen

Rötliche bis violette Färbungen in Gewässern können auch von phototrophen Bakterien her stammen. Zu diesen zählen die schwefelfreien Purpurbakterien (Rhodospirillaceae) und die Schwefelpurpurbakterien (Chromatiaceae). Erstere verwenden statt Wasser organische Stoffe, um CO₂ zu reduzieren. Sie können z. B. an Stellen, wo Abwasser in Wasserbecken strömt, blutigrote Färbungen sowie in der Tiefe von Seen rosafarbene Wasserschichten verursachen (HÄUSLER 1982). Noch strenger sind die Gattungen der anaeroben Schwefelpurpurbakterien in größeren Gewässern an bestimmte Tiefenzonen gebunden, da sie Schwefelwasserstoff als H-Donator und Licht benötigen. So finden sie sich in geschichteten Seen, wenn das Licht so weit eindringt, im Meta- oder oberen Hypolimnion und bilden dort, jahreszeitlich begrenzt, purpurfarbene Wasserblüten. Aber auch in Gräben und Teichen kann ihre starke Vermehrung dem Wasser eine charakteristische, blutrote Färbung verleihen (l. c.). In einem von Enten belasteten Kleingewässer sorgten plötzliche, milchigrote Färbungen für Aufregung, die Züchter vermuteten ein Blutbad durch Marder (KALBE 1985).

Bestimmt jeder hat schon farbige Ablagerungen, Verockerungen, an Quellen und Gräben mit eisenhaltigem Wasser gesehen. Der Farbton geht dabei aber fast immer ins bräunliche oder gelbliche, so dass wir den verantwortlichen Mikroorganismen, Eisenbakterien wie z. B. *Gallionella*, hier nicht weiter nachgehen wollen. Neben biochemischen sind bei der Eisenausfällung auch rein chemische Prozesse wichtig.

Der Vollständigkeit halber seien zwei weitere Algenstämme erwähnt. Aus der Literatur kennen wir Blutseen im Hochgebirge, die diese Bezeichnung *Euglena sanguinea* verdanken (l. c.). Die Art gehört zu den Augenflagellaten bzw. Geißelalgen (Euglenophyta) und bildet unter extremen Lebensbedingungen Wasserblüten.

Rotalgen (Rhodophyta) tragen das Thema des vorliegenden Textes schon im Namen. Trotzdem bleiben sie für uns ohne Belang, da heimische Formen keine Vegetationsfärbungen von Gewässern hervorrufen. Rotalgen leben überwiegend marin und haben meist komplexere Thalli. Limnische Formen sind in der Regel in Fließgewässern zu finden.

Auch anthropogene Gewässerverunreinigungen können Ursache von Rotfärbungen sein. Intensive Färbereieinleitungen in Mandau und Spree gehören allerdings heute im allgemeinen der Vergangenheit an. Ein Verdacht auf Einleitung von (Schweine)Blut war Anfang 1999 vom Ebersbacher Labor aber tatsächlich zu beweisen! Jedoch nicht als rätselhafte Entsorgung von Innereien, sondern, leicht aufzuklären, in einem Bach unterhalb einer Fleischerei, wo in einer Probe noch nach drei Tagen große Mengen an Erythrozyten bzw. Hämoglobin festgestellt werden konnten, was auf eine massive Einleitung schließen ließ. Das Wasser war allerdings nicht rot, sondern gelb-braun gefärbt und trüb-schaumig.

Abschließend noch einige, über das Untersuchungsgebiet Süßwasser hinausgehende, aber interessante Hinweise:

- Arten unterschiedlicher Gruppen entwickeln sich in Gebieten des ewigen Schnees auf dessen Oberfläche und vermögen diese rot zu färben (l. c.).
- Schon Darwin schilderte bei seiner Reise um die Erde unterschiedliche Rotfärbungen im Ozean und in Salzseen, hervorgerufen durch Einzeller, Algen und Krebstiere.
- Die Burgunderblutalge ist bei weitem nicht die einzige rotgefärbte Blaualge, das Rote Meer soll einer solchen seinen Namen verdanken.
- Rote Purpurbakterien bilden eine Zone des Farbstreifen-Sandwattes. Blutrote Flecken auf Schlamm sind seit Aristoteles bekannt.
- Bei einigen durchweg rot pigmentierten, extrem halophilen Bakterien war die Verfärbung von Salzlake und eingesalzten Lebensmittel ein Umstand, der ihrer Erforschung sehr dienlich war (RHEINHEIMER 1981). Honig wird ebenfalls nur ausnahmsweise angegriffen - von roten Kolonien.
- Auch im „terrestrischen“ Bereich gibt es Organismen, die mit Verfärbungen Wunder vollbringen, z. B. das „Bakterium der blutenden Hostie“ *Serratia marcescens*, welches in feuchten Sakristeien blutstropfenartig auf den Oblaten des heiligen Abendmahls wachsen kann und im Mittelalter Anlass für Pogrome gab: Juden wurden beschuldigt, die Hostien angestochen zu haben (BURGER 1965).

5. Zusammenfassung

Grundlage von Massenentwicklungen pflanzlicher und tierischer Lebewesen sind die Temperatur- und Nahrungsverhältnisse. Wir kennen recht unterschiedliche Organismen, die unter jeweils ganz bestimmten Bedingungen Gewässer rot zu färben vermögen. Sie stammen aus den Gruppen der Purpurbakterien, Blau- und Grünalgen, Augenflagellaten, Rädertiere und Niederen Krebse.

6. Dank

Herrn Prof. J. Benndorf (Dresden) danken wir für kritische Hinweise.

7. Literatur

- BURGER, G. (1965): Das Blutwunder in der Geschichte. - NTM, Schriftenreihe für Geschichte der Naturwiss., Technik u. Medizin **2**, 6: 127-139
- HÄUSLER, J. (1982): Schizomycetes, Bakterien. - In: Ettl, H., J. Gerloff & H. Heynig (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 20. – Gustav Fischer Verlag Jena, 588 S.
- HORNIG, U. (1982): Die zeitliche Entwicklung des Zooplanktonbestandes im Horstsee (VEB Binnenfischerei Wermsdorf) als Risikofaktor der K₃-Produktion. - Belegarbeit, TU Dresden, Ber. Hydrobiologie
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1938/1962): Das Phytoplankton des Süßwassers, Systematik und Biologie, 1. Teil: Allgemeiner Teil, Blaualgen, Bakterien, Pilze. - In: Thienemann, A. (Hrsg.): Die Binnengewässer, Band XVI. – Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart, 342 S.
- (1961): Das Phytoplankton des Süßwassers, Systematik und Biologie, 5. Teil: Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Volvocales. - In: Thienemann, A. (Hrsg.): Die Binnengewässer, Band XVI. – Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart, 744 S.
- KALBE, L. (1985): Leben im Wassertropfen. – Urania Verlag Leipzig, Jena, Berlin, 224 S.
- LIEBMANN, H. (1962): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, Band I. - Gustav Fischer Verlag Jena, 588 S.
- RHEINHEIMER, G. (1981): Mikrobiologie der Gewässer. - Gustav Fischer Verlag Jena, 251 S.
- UHLMANN, D. (1961): Über den Einfluß von Planktonorganismen auf ihr Milieu. - Int. Revue ges. Hydrobiol. **46**, 1: 115-129
- WETZEL, A. (1969): Technische Hydrobiologie. – Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig KG Leipzig, 407 S.

Anschriften der Verfasser:

Uwe Hornig
c/o Team Umweltanalytik
Georgswalder Str. 4 / PF 1102
02730 Ebersbach

Jens Penig
Büro für Gewässerökologie
Roonstr. 24
68623 Lampertheim