

Erstfunde von submersen Makrophyten im Feldberger Haussee (Mecklenburg-Vorpommern) während der Sommerworkshops für Umweltanalytik und Umweltchemie

Lothar Täuscher & Georg Kubsch

Kurzfassung: Es werden Erstfunde vom Mittleren Nixkraut (*Najas marina* L. var. *intermedia* [Wolfgang ex Gorski] Rendle oder subsp. *intermedia* [Wolfgang ex Gorski] Casper) im Jahr 2009 (leg. G. KUBSCH, det. L. TÄUSCHER) und von der Seeball-Grünalge (*Aegagropila linnaei* Kützing) im Jahr 2015 (leg. G. KUBSCH, det. L. TÄUSCHER) im Feldberger Haussee (Mecklenburg-Vorpommern) vorgestellt. Diese Funde haben eine große Bedeutung zur Erfassung der Biodiversität in diesem Gewässer und für die Bioindikation der Wasserqualität. Sie sind Rote Liste-Arten in Nordostdeutschland. Es werden Anmerkungen zu historischen und aktuellen Langzeit-Untersuchungen im Feldberger Haussee gemacht.

First records of submerged macrophytes in the Lake Feldberger Haussee (Mecklenburg-Western Pomerania) at the summer workshops for environmental and analytical chemistry

Abstract: Informations about first records in the Lake Feldberger Haussee (Mecklenburg-Western Pomerania) of the submerged macrophyte *Najas marina* L. var. *intermedia* (Wolfgang ex Gorski) Rendle or subsp. *intermedia* (Wolfgang ex Gorski) Casper (variety or subspecies of holly-leaved water nymph or spiny naiad) in 2009 (leg. G. KUBSCH, det. L. TÄUSCHER) and of the green macroalga *Aegagropila linnaei* Kützing (lake balls) in 2015 (leg. G. KUBSCH, det. L. TÄUSCHER) are given. These records are important for the biodiversity in this lake and for the bioindication of the water quality. They are red data list taxa in North-East-Germany. Remarks on historical and current long-term monitoring in the Lake Feldberger Haussee are made.

Keywords: Mittleres Nixkraut, Seeball-Grünalge, Trophie, Wasserqualität, Langzeit-Untersuchungen, Naturschutz, Rote Liste, Bioindikation

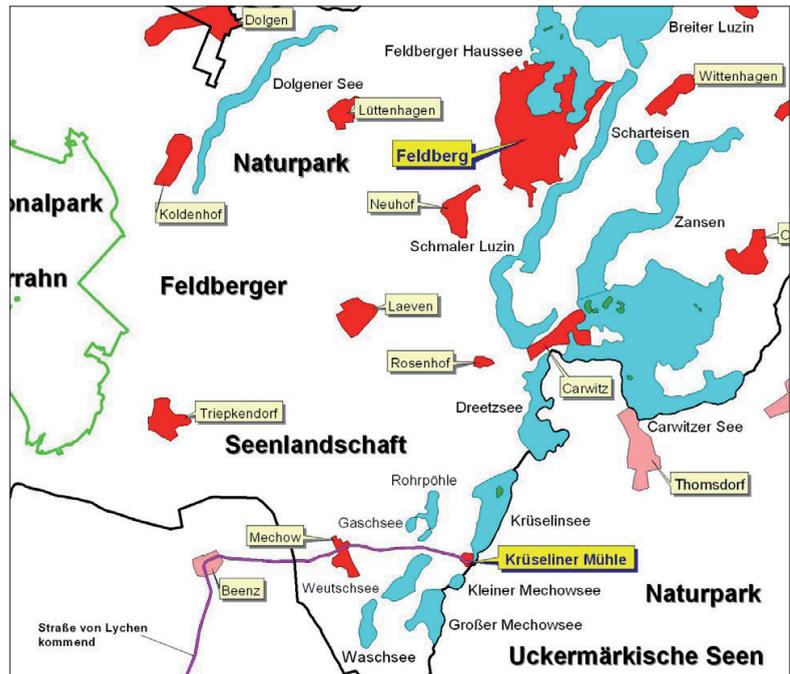
1 Einleitung

Seit 1995 finden die Sommerworkshops für Umweltanalytik und Umweltchemie in der Krüseliner Mühle am Krüselinsee statt, in denen sich die Teilnehmer/Innen in einer der schönsten Landschaften Norddeutschlands, der Feldberger Seenlandschaft in Mecklenburg-Vorpommern, mit der Untersuchung geschichteter Süßwasserseen beschäftigen (Abbildung 1, ERGEBNISBERICHTE 1995–2016,

KAUSCHKA et al. 2000, KUBSCH 2009, TÄUSCHER 2012a, KUBSCH & TÄUSCHER 2014, AKYÜREK et al. 2015, KUBSCH et al. 2015, SCHWARZ et al. 2016). Diese Lehrveranstaltung wird in bewährter Zusammenarbeit von vier Institutionen, konkret der Technischen Universität Berlin, vertreten durch PD Dr. habil. Wolfgang Frenzel, des Institutes für angewandte Gewässerökologie GmbH (IaG), vertreten durch Dr. Lothar Täuscher, und der AG BONITO e.V., vertreten durch Dipl.-Biol. Wolfgang M. Rich-

Abb. 1: Feldberger Haussee bei Feldberg und Krüseliner Mühle am Krüselinsee im Naturpark Feldberger Seenlandschaft (Grafik von AXEL HABECK in AKYÜREK et al. 2015)

Fig. 1: Lake Feldberger Haussee near Feldberg and Krüseliner Mühle at Lake Krüselinsee in the Nature Reserve Feldberger Seenlandschaft (Graphic according to AXEL HABECK in AKYÜREK et al. 2015)



ter, sowie der federführenden Humboldt-Universität zu Berlin, vertreten durch Dr. Georg Kubsch, durchgeführt. Während der Beprobungen im Feldberger Haussee konnten unter Leitung von G. KUBSCH auch Makrophyten-Erstfunde während der Sommerworkshops gesammelt werden (leg. = legit), die von L. TÄUSCHER bestimmt wurden (det. = determinavit). Über diese interessanten Funde des Mittleren Nixkrautes (*Najas marina* var. *intermedia* = *Najas marina* subsp. *intermedia*) und der Seeball-Grünalge (*Aegagropila linnaei*) soll im Folgenden berichtet werden.

2 Untersuchungsgebiet und Methoden

Die Feldberger Seenlandschaft (Mecklenburg-Vorpommern) bietet ideale Bedingungen für die Sommerworkshops zur Gewässerökologie (Abbildung 1). Hier gibt es viele sehr tiefe Seen mit unterschiedlicher Gewässergüte. Sie sind gut geeignet, um die Situation während der Sommerstagnation der Seen aufzeigen zu können. Während der Sommerworkshops

wurde auch der Feldberger Haussee bei Feldberg langjährig untersucht. Dieses Gewässer ist ein dimiktischer Hartwasser- und Zungenbeckensee (84,2 m ü. NN) mit einer Wasserfläche von 136 ha, einer durchschnittlichen Tiefe von 6,3 m, einer maximalen Tiefe von 12,0 m und einem Einzugsgebiet von 400 ha. Nach einführenden Vorträgen von W. FRENZEL und G. KUBSCH, in denen den Teilnehmer/Innen grundlegendes Wissen zur Gewässeranalytik und zu den Analysenverfahren vermittelt wird, erfolgt die Beprobung der Seen in kleinen Gruppen. Jede Gruppe beprobt einen See. Dabei werden an der tiefsten Stelle das Sauerstoff- und Temperaturtiefenprofil und die Sichttiefe bestimmt und Wasserproben aus verschiedenen Tiefen sowie eine Sedimentprobe für die chemischen Untersuchungen selbst genommen (s. AKYÜREK et al. 2015, KUBSCH & TÄUSCHER 2014, KUBSCH et al. 2015).

Neben den physikalisch-chemischen Wasseruntersuchungen wird langjährig ein biologisch-ökologisches Gewässermonitoring durchgeführt. Nach einem Vortrag von L. TÄUSCHER

über biologisch-ökologische Gewässeruntersuchungen stehen in den praktischen Beprobungen, Kartierungen und Bestimmungen die Wasserpflanzen, die planktischen Mikroalgen und das Zooplankton des nährstoffarmen Krüselinsees und des nährstoffreichen Feldberger Haussees auf dem Programm (TÄUSCHER 2009a, 2012a). Dabei werden die submersen Makrophyten vom Boot aus mit einer Krautharke gesammelt, um ihre Bedeutung zur Bioindikation der Gewässergüte und ihre historischen Nutzungen (Gründünger, Kalken der Äcker mit „Post“ oder „Stiers“ = Armleuchteralgen, Viehfutter in Notzeiten, Bezeichnung von Gewäs-

sern nach dem Vorkommen von Wasserpflanzen) den Kursteilnehmer/Innen exemplarisch vorstellen zu können (s. TÄUSCHER 2008a).

3 Erstfunde submerser Makrophyten während der Sommerworkshops

Mittleres Nixkraut

In den ERGEBNISBERICHTEN (1995–2016) und von KUBSCH & TÄUSCHER (2014) wurden die Wasserpflanzen-Funde der Langzeit-Untersuchungen im Feldberger Haussees zusammenfassend dargestellt (Tabelle 1). Dabei wurde

Tabelle 1: Wasserpflanzen-Funde der Langzeit-Untersuchungen im Feldberger Haussees von 1986 bis 2016 (modifiziert nach ERGEBNISBERICHTE 1995–2016, TÄUSCHER 2009a und zitierte Literatur, KABUS 2012, 2014)

Table 1: Records of water plants of the long time monitoring in the Lake Feldberger Haussee 1986 to 2016 (modified according to ERGEBNISBERICHTE 1995–2016, TÄUSCHER 2009a and references, KABUS 2012, 2014)

wissenschaftlicher Name	deutscher Name	vor 1990	nach 1990
Charales	Arملهuchteralgen		
<i>Chara contraria</i>	Gegensätzliche Armleuchteralge		+
<i>Chara globularis</i>	Zerbrechliche Armleuchteralge		+
<i>Nitellopsis obtusa</i>	Stern-Glanzleuchteralge		+
Spermatophyta	Samenpflanzen		
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Gemeines Hornblatt	+	+
<i>Ceratophyllum submersum</i>	Zartes Hornblatt		+
<i>Elodea canadensis</i>	Kanadische Wasserpest	+	+
<i>Elodea nuttallii</i>	Schmalblättrige oder Nuttalls Wasserpest		+
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Ähren-Tausendblatt	+	+
<i>Najas marina</i> var. <i>intermedia</i>	Mittleres Nixkraut		+
<i>Nuphar lutea</i>	Gelbe Teichrose	+	+
<i>Nymphaea alba</i>	Weißer Seerose	+	+
<i>Persicaria amphibia</i> f. <i>natans</i>	Schwimmform des Wasser-Knöterich		+
<i>Potamogeton crispus</i>	Krauses Laichkraut	+	+
<i>Potamogeton friesii</i>	Stachelspitziges Laichkraut		+
<i>Potamogeton lucens</i>	Spiegelndes Laichkraut	+	+
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kamm-Laichkraut	+	+
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Durchwachsendes Laichkraut	+	+
<i>Potamogeton pusillus</i>	Zwerg-Laichkraut		+
<i>Potamogeton trichoides</i>	Haarblättriges Laichkraut		+
<i>Ranunculus circinatus</i>	Spreizender Wasserhahnenfuß		+
<i>Utricularia vulgaris</i>	Gemeiner Wasserschlauch		+
<i>Zannichellia palustris</i>	Sumpf-Teichfaden		+

das Mittlere Nixkraut (*Najas marina* L. var. *intermedia* [Wolfgang ex Gorski] Rendle = *Najas marina* L. subsp. *intermedia* [Wolfgang ex Gorski] Casper) im Jahr 2009 erstmalig in diesem See gefunden (leg. G. KUBSCH 11. und 18.09.2009, det. L. TÄUSCHER: TÄUSCHER 2009b). In den Folgejahren bis 2016 konnten große Bestände dieser Wasserpflanze von G. KUBSCH während der Sommerworkshops beobachtet werden und auch KABUS (2012, 2014) kartierte das Mittlere Nixkraut bei seinen Makrophyten-erfassungen im Feldberger Haussee. Nach VOIGTLÄNDER & HENKER (2005) ist das Mittlere Nixkraut (*Najas marina* subsp. *intermedia*) in Mecklenburg-Vorpommern stark gefährdet (Rote Liste-Kategorie 2).

Wichtige Angaben zur Systematik und zur Aut- und Synökologie von *Najas marina* wurden von DOLL (2000) und TÄUSCHER (2003) zusammengestellt und diskutiert.

Zur Abgrenzung der *Najas*-Taxa gibt DOLL (2000) die in Tabelle 2 aufgelisteten Merkmale an.

Zur Ökologie der neuen, provisorischen Varietät (var. *linearifolia* nom. prov.) ist nach DOLL (2000) folgendes bekannt: „Auch hinsicht-

lich der ökologischen und soziologischen Verhältnisse steht die var. *linearifolia* zwischen den ssp. *marina* und ssp. *intermedia*: Einmal geht sie bis in den mesotrophen Bereich und andererseits tritt sie in stärker eutrophierten Gewässern auf“. Weitere Beobachtungen an *Najas marina*, zu autökologischen Charakteristika und zur Verbreitung in Seen Nordostdeutschlands einschließlich der Verbreitung im Brackwasser der Darß-Zingster Boddenkette (südliche Ostsee) sind in DOLL (1981), DOLL & PANKOW (1989), KABUS & MIETZ (2006), KNÖSCHE (2008), LESKE et al. (2005: sehr umfangreiche Zusammenstellung der Funde z. B. von Peter Bolbrinker, Doz. Dr. habil. Reinhard Doll, Dr. Lebrecht Jeschke, Prof. h. c. Dr. habil. Heinz-Dieter Krausch, Dr. habil. Hans-Jürgen Spieß, Dipl.-Biol. Matthias Teppke) und LINDNER (1975, 1978) zu finden. Das Mittlere Nixkraut bildet das Najadetum *intermediae* (W. Koch 1926) Lang 1973. Diese Wasserpflanzen-Gesellschaft ist nach POTT (1995) für oligo- bis mesotrophe, sommer-warme Klarwasserseen charakteristisch und wurde auch von DOLL (1992), TÄUSCHER (2009a, c) und TÄUSCHER & KUBSCH (2003) in den mesotrophen Klarwas-

Tabelle 2: Charakteristik der *Najas marina*-Taxa (modifiziert nach DOLL 2000)

Table 2: Characterisation of the *Najas marina*-Taxa (modified according to DOLL 2000)

Taxa	<i>Najas marina</i> L. subsp. <i>marina</i>	<i>Najas marina</i> L. var. <i>intermedia</i> [Wolfgang ex Gorski] Rendle = subsp. <i>intermedia</i> [Wolfgang ex Gorski] Casper	<i>Najas marina</i> L. var. <i>linearifolia</i> Doll nom. prov.	<i>Najas marina</i> L. subsp. <i>marina</i> Synonym: var. <i>brevifolia</i> Rendle
Merkmale				
Blattlänge [cm]	2-4	2-4	2-4	1-2
Blattbreite [mm]	2-3	0,1-0,9	1,5-2,0	0,5-1,3
Bestachelung	blattrandständig, auf dem Rücken 1-2 Stacheln	fast spiralig	blattrandständig, auf dem Rücken 1-3 Stacheln	fast spiralig bis blattrandständig, auf dem Rücken 2-4 Stacheln
Stachellänge	kürzer als Blattbreite	länger als Blattbreite	etwa so lang wie Blattbreite	länger als Blattbreite
Samenlänge [mm]	4,5-7,0	3-5	4-6	4-5
Anzahl Stacheln auf Blattscheiden	0-1	1-4	0-2	2-4
Habitus, Höhe	gestreckt, bis 60 cm	gestreckt, bis 60 cm	gestreckt, bis 60 cm	gestauch, bis 30 cm

serseen Dreetzsee und Krüselinsee im Naturpark „Feldberger Seenlandschaft“ gefunden. Von RÜEGG et al. (2015) gibt es aktuelle Angaben zur Ausbreitung des Großen Nixkrautes (*Najas marina*) in Deutschland. Dabei ist nach ihren Untersuchungen festzustellen, dass sich die Unterarten *intermedia* und *marina* morphologisch oft sehr ähnlich sind. Genetisch scheinen sie aber unterschiedlich zu sein (RÜEGG et al. 2015). Die bioindikativen Eigenschaften der beiden Taxa sind kritisch zu sehen.

Seeball-Grünalge

Auch die Seeball-Grünalge (*Aegagropila linnaei* Kützing) ist ein Erstfund während der Sommerworkshops für den Feldberger Haussee (leg. G. KUBSCH 11.09.2015, det. L. TÄUSCHER). Diese makroskopisch erkennbare Grünalge (Chlorophyta, Ulvophyceae, Cladophorales, Pithophoraceae), die bereits von KABUS (2014) für dieses Gewässer als Matten bis zu einer Wassertiefe von 3,8 m angegeben wird, ist nach BOEDEKER (2010) die einzige Art der Gattung mit mehr als 90 Synonymen (die wichtigsten sind: *Cladophora aegagropila* [L.] Trevisan, *Cladophora sauteri* [Nees] Kützing). Sie ist durch unterschiedliche Tiefen- und Flachwasser-Wachstumsformen in Abhängigkeit vom Trophiegrad des Gewässers charakterisiert. *Aegagropila linnaei* ist als festsitzende Fäden, frei schwebende Matten, Seebälle oder Seeknödel (bis zu 15 cm große Kugeln mit dem Einschluss von Mikroalgen, Makrophyten- und/oder Muschelschalenresten) zu finden und bildet die Seeballteppich-Gesellschaft (*Aegagropiletum linnaei* Pankow 1965 corr. Täuscher 2008 = *Cladophoretum aegagropilae* [Jöns 1934] Pankow et Bolbrinker 1984) (TÄUSCHER 1998, 2008b, BOEDEKER 2010). Diese ist selten in mesotrophen *Chara*- bis eutrophen *Potamogeton*-Klarwasserseen zu finden. TÄUSCHER (2009d, 2010) schätzt für die Seeball-Grünalge (*Aegagropila linnaei*) ein, dass diese seltene Art im Land Brandenburg (s. z. B. BOLBRINKER 2000, KABUS 2009 in TÄUSCHER 2010) sehr stark gefährdet ist (Rote Liste-Kategorie 1), was auch für Meck-

lenburg-Vorpommern zutreffend sein dürfte. Außer den Angaben von JESCHKE (1959), PANKOW (1965, 1985), HOYER (1982), und PANKOW & BOLBRINKER (1984) gibt es nur wenige aktuelle Funde in diesem Bundesland (s. z. B. KABUS & MIETZ 2006, KABUS 2008, 2014).

Auf weitere interessante Grünalgen aus der Familie Pithophoraceae sollte geachtet werden, denn die thermophilen *Pithophora*-Arten (nach BOEDEKER 2010 sind mehr als 35 [sub]tropische Arten einschließlich einer Vielzahl von Varietäten beschrieben worden) können als neophytische Algen (aus Warmwasseraquarien und/oder Warmgewächshäusern) bei der Erwärmung unserer Gewässer auftreten. PANKOW & TÄUSCHER (1980) berichten über zwei Arten mit der Angabe von Synonymen (*Pithophora oedogonia* [Montagne] Kützing: nach BOEDEKER et al. 2012 ein Synonym, *Pithophora roettleri* [Roth] Wittrock) aus Gewächshäusern des Botanischen Gartens der Universität Rostock.

4 Langzeit-Untersuchungen und Bioindikation

Die limnologischen Untersuchungen im Feldberger Haussee seit 100 Jahren spielen in der Wissenschaftsgeschichte der Limnologie in Deutschland eine große Rolle (s. BORRMANN et al. 2009). Vor dem 2. Weltkrieg gibt es Untersuchungen zum Phytoplankton (PLÜMECKE 1914) und zu physikalisch-chemischen Parametern (THIENEMANN 1926, 1928, OHLE 1932, 1933, 1934). Seit Ende der fünfziger Jahre bis Anfang der achtziger Jahre und seit den neunziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts wird dieses Gewässer intensiv untersucht. Diese Untersuchungen werden durch eine Vielzahl von Einrichtungen durchgeführt, zu nennen sind hier vor allem: die Arbeitsgemeinschaft / der Verein BONITO (einschließlich kooperierender Wissenschaftler), die Gewässerökologen vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei aus Neuglobsow und vom Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH aus Seddin, die Erfassungen im Rahmen der Sommerworkshops für Umweltanalytik und Um-

weltchemie (s. Einleitung) sowie das Seen-Monitoring Mecklenburg-Vorpommern (UHLMANN 1958, 1961, MOTHES 1978, PIETSCH & PIETSCH 1981, RÖNICKE 1981, KOSCHEL et al. 1985, BONITO 1986, ERGEBNISBERICHTE 1995–2016, KRAUSCH & SCHMIDT 1997, MATHES 2008, BORRMANN et al. 2009, TÄUSCHER 2009a, 2012b, 2014, KABUS 2012, 2014, KASPRZAK et al. 2015).

4.1 Entwicklung physikalischer und chemischer Parameter

Bereits 1924 untersuchte der Nestor der Limnologie in Deutschland Prof. Dr. habil. Dr. h. c. August Thienemann Mitte August auch den Feldberger Haussee (s. THIENEMANN 1926, 1928). Er konnte in 12 m Tiefe noch ca. 25 % Sauerstoffsättigung feststellen (Abbildung 2). Der Feldberger Haussee, ursprünglich ein eutropher Klarwassersee, wurde schon in der Mitte des 19. Jahrhunderts durch Nährstoffeinträge aus Abwässern einer Molkerei mit Nährstoffen stark belastet (s. UHLMANN 1958, 1961). Durch das Einleiten von „geklärten“ Abwässern der Stadt Feldberg in den Haussee erfolgten weitere Nährstoffeinträge, die in der Hochphase der Eutrophierung in den 1970er Jahren zu extremen Sauerstoffübersättigungen mit ca. 200 % Sättigung im Epilimnion und

zum Sauerstoffmangel im Hypolimnion führten. Ab ca. 6 m Tiefe war der See Mitte August sauerstofffrei. Das zeigt das Sauerstoffprofil der AG BONITO e.V., das am 10.08.1975 gemessen wurde. Die Sichttiefe betrug dann oft nur ca. 30 cm. Die Beendigung der Abwasserreinigung aus der Kläranlage und der Versuch, ab 1985 mit einer Biomanipulation die Nährstoffsituation und damit auch die Lichtdurchlässigkeit des Wasserkörpers zu verbessern, haben dazu geführt, dass die Sauerstoffübersättigung im Epilimnion in der Sommertagnationsphase deutlich zurückgegangen ist. Im Sauerstoffprofil vom 01.08.2001 erreicht sie nur noch ca. 120 %. Die Sichttiefen wurden auch besser und betragen in den Sommermonaten meist mehr als 1 m, manchmal auch mehr als 2 m, wobei aber große Schwankungen beobachtet wurden. Durch die reduzierenden Bedingungen an der Sediment-Wasser-Grenzschicht wurde aber kontinuierlich Phosphat remobilisiert. Dies änderte sich nach 2011, als durch die Phosphatfällung mittels Aluminiumchlorid das Rücklösen des Phosphates unterbunden wurde. Die o-Phosphatkonzentrationen in 12 m Tiefe gingen von ca. 2 mg/L auf <0,1 mg/L 2015 zurück (Tabelle 3). Die Lichtdurchlässigkeit des Wasserkörpers verbesserte sich auch, aber nicht so deutlich,

Abb. 2: Sommerliche Sauerstoffprofile im Feldberger Haussee Zusammenfassung aus THIENEMANN (1926, 1928), BONITO (1986), ERGEBNISBERICHTE (1995–2016) (1924 – A. Thienemann; 1975 – AG Bonito e.V.; 2001 und 2015 Sommerworkshop)

Fig. 2: Oxygen profiles in the summer in the Lake Feldberger Haussee

Summary according to THIENEMANN (1926, 1928), BONITO (1986), ERGEBNISBERICHTE (1995–2016) (1924 – A. Thienemann; 1975 – AG Bonito e.V.; 2001 and 2015 Sommerworkshop)

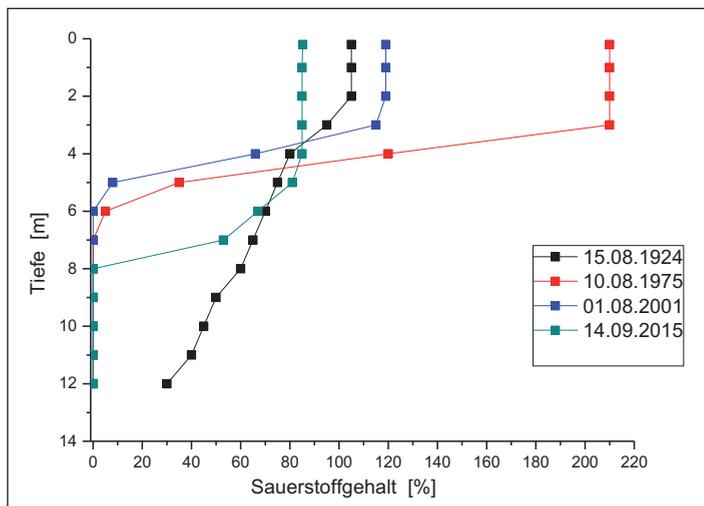


Tabelle 3: Wichtiger Parameter der Trophie im Feldberger Haussees von 1995 bis 2015 während der Sommerstagnationsphase Ende August/September (1996 und 2002 – 11 m; 2006 und 2015 – 11,5 m; 2010 und 2012 – 12 m Tiefe, s. Ergebnisberichte 1995–2016)

Table 3: Important parameters of the trophic in the Lake Feldberger Haussees between 1995 and 2015 in the summer stagnation phase of the end August/September (1996 und 2002 – 11 m; 2006 und 2015 – 11,5 m; 2010 und 2012 – 12 m deep, according to Ergebnisberichte 1995–2016)

Jahr	Epilimnion 0,2 m			Hypolimnion 11 - 12 m				
	Sichttiefe [m]	o-PO ₄ ³⁻ [mg/L]	SO ₄ ²⁻ [mg/L]	NH ₄ ⁺ [mg/L]	SO ₄ ²⁻ [mg/L]	o-PO ₄ ³⁻ [mg/L]	H ₂ S [mg/L]	CH ₄ [mg/L]
1996	1,10	<0,02	41,8	4,30	28,0	1,60	8	
2002	2,00	<0,02	35,5	3,34	13,6	2,70	9	
2006	1,50	<0,02	33,8	8,51	3,4	3,57	10	22,3
2010	0,65	<0,02	33,4	9,90	9,4	2,76		22,6
2012	1,3	<0,02	35,6	4,00	4,6	0,32	10	23,8
2015	1,7	<0,02	32,3	5,81	13,8	0,09	9	13,8

weil durch die natürliche Kalzitfällung das Wasser getrübt wird.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen eine Verminderung der Nährstoffbelastung erreicht wurde (s. ERGEBNISBERICHTE 1995–2016, KASPRZAK et al. 2015).

4.2 Entwicklung biologischer Parameter: Phytoplankton und Makrophyten

Die Besiedlung des Feldberger Haussees mit planktischen Mikroalgen, die seit 100 Jahren erfasst wurden, ist zusammenfassend von TÄUSCHER (2014) dokumentiert worden. Dabei wurden in 100 Jahren in verschiedenen Untersuchungen, Veröffentlichungen und Berichten 32 Arten von Cyanobakterien/Blualgen (Cyanobacteria/Cyanophyta), 5 Goldalgen (Chrysophyceae sensu lato), drei Gelbgrünalgen (Xanthophyceae = Tribophyceae), zwei Eustigmatophyceen (Eustigmatophyceae), 16 Kieselalgen (Bacillariophyceae), 5 Schlundgeißler (Cryptophyta), drei Panzergeißler (Dinophyta), drei Schönaugengeißler (Euglenophyta), 93 Grünalgen (Chlorophyta sensu lato und 5 Zieralgen (Desmidiaceae) aufgelistet. Bei der Zusammensetzung des Phytoplanktons bilden drei taxo-

nomische Gruppen den Hauptanteil. Dies sind die Cyanobakterien/Blualgen (Cyanobacteria/Cyanophyta), die Kieselalgen (Bacillariophyceae) und die Grünalgen (Chlorophyta sensu stricto), wobei die kokkalen Grünalgen (Chlorophyceae et Trebouxiophyceae: Chorellales, Chlorococcales, Sphaeropleales) organische Substanzen im Wasser photoorganotroph nutzen können und eine mäßige organische Belastung (beta-mesosaprob) indizieren. Es sind nur wenige Zieralgen (Desmidiaceae) zu finden. Auch die geringe Artenzahl von Goldalgen (Chrysophyceae sensu lato) ist als Zeichen einer höheren Nährstoffbelastung zu werten (s. TÄUSCHER & KUBSCH 2003). Der Feldberger Haussee ist der „locus classicus“ für die planktischen Grünalgen (Chlorophyta: Trebouxiophyceae) *Chlorella pulchelloides* C. Bock, Krienitz et Pröschold und *Neocystis mucosa* Krienitz, C. Bock, Nozaki et M. Wolf.

Von JORDAN (1986) gibt es eine sehr gute Dokumentation zu den Veränderungen in den Wasserpflanzenbeständen des Feldberger Haussees und den Versuch einer Darstellung möglicher anthropogener Ursachen. Die Makrophyten-Erstfunde während der Sommerworkshops für Umweltchemie und Umweltanalytik indizieren im Feldberger Haussee eine Redu-

zierung der Nährstoffbelastung in diesem Gewässer. Auch die starke Zunahme der Artenzahl submerser Makrophyten nach 1990 (s. Tabelle 1) ist ein Zeichen der positiven Entwicklung der Wasserqualität. Dabei soll besonders auf das Auftreten von Armleuchteralgen (*Chara contraria*, *Chara globularis*, *Nitellopsis obtusa*), von Kleinlaichkräutern (*Potamogeton friesii*, *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton trichoides*), vom Spreizenden Wasserhahnenfuß (*Ranunculus circinatus*) und vom Gemeinen Wasserschlauch (*Utricularia vulgaris*) im Feldberger Haussee aufmerksam gemacht werden (s. KABUS 2012, 2014, TÄUSCHER 2012b).

Danksagung

Dem langjährigen wissenschaftlichen Leiter der AG BONITO e.V. Dipl.-Biol. Wolfgang M. Richter danken wir für viele wichtige Mitteilungen von Beobachtungen und Untersuchungen über 6 Jahrzehnte in „seinen“ Feldberger Seen und für die sehr gute Zusammenarbeit während der Sommerworkshops für Umweltanalytik und Umweltchemie. Mit meinem (L. T.) Kollegen Dipl.-Biol. Timm Kabus (Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH Seddiner See) tauschte ich umfangreiche Erfahrungen zu den Makrophytenkartierungen im Feldberger Haussee aus. Dr. Thomas Hübener (Universität Rostock, Lehrstuhl für Allgemeine und Spezielle Botanik) und Prof. Dr. Hendrik Schubert (Universität Rostock, Lehrstuhl für Ökologie) danken wir für wichtige Hinweise zum Manuskript und die gute Zusammenarbeit.

Literatur

- AKYÜREK, Y., FABIAN, I., FRENZEL, W., KAUSCHKA, G., KUBSCH, G. & TÄUSCHER, L. (2015): 19. Feldberger Sommerworkshop zur Umweltanalytik und Umweltchemie. – Humboldt-Universität zu Berlin – Institut für Chemie / Analytik und Umweltchemie –, Technische Universität Berlin – Institut für Technischen Umweltschutz –, Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH, Bonito e.V.: 76 S. <http://www.linscheidlab.de/projects/LinscheidLab/static/custom/file/Skript2015.pdf>
- BOEDEKER, C. (2010): Phylogenetic, taxonomic and biogeographical studies in the Pithophoraceae (Cladophorales, Chlorophyta). – Diss. Universität Leiden, 224 S.
- BOEDEKER, C., O'KELLY, C. J., STAR, W. & LELIAERT, F. (2012): Molecular phylogeny and taxonomy of the *Aegagropila* clade (Cladophorales, Ulvophyceae), including the description of *Aegagropilopsis* gen. nov. and *Pseudocladophora* gen. nov. – Journal of Phycology 48: 808–825.
- BOLBRINKER, P. (2000): Kurzinformation zu einem Neufund der seeballbildende Fadenalge *Cladophora aegagropila* (L.) RBH. (= *Aegagropila sauteri* (Nees) Kützing). – Ver. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 133: 571–572.
- BONITO (1986): 30 Jahre BONITO-AG (1955–1985). – Natur und Naturschutz in Mecklenburg 23: 1–108.
- BORRMANN, K., BONITO E.V. & WALDMUSEUM „LÜTT HOLTHUS“ LÜTTENHAGEN (eds.) (2009): Feldberg-Serrahner Naturparkgeschichte(n). Aktivitäten von Forschern und Vereinen zum Schutz der Wälder und Gewässer in der Feldberger Seenlandschaft, einschließlich Müritz-NP-Teil Serrahn. – Galenbeck.
- DOLL, R. (1981): Das ökologisch-soziologische Verhalten von *Najas major* s.l. – Limnologica 13: 473–484.
- DOLL, R. (1992): Die Vegetation des Krüselinsees bei Feldberg in Mecklenburg. – Feddes Repertorium 103: 585–595.
- DOLL, R. (2000): Bemerkenswerte Pflanzenarten und ihre Vergesellschaftungen in Mecklenburg-Vorpommern. – Botanischer Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern 34: 97–105.
- DOLL, R. & PANKOW, H. (1989): Die Verbreitung der Sippen der Gattung *Najas* L. in den Nordbezirken der DDR. – Feddes Repertorium 100: 431–438.
- ERGEBNISBERICHTE (1995–2016): Berichte vom Feldberger Sommerworkshop für Umwelt-

- analytik und Umweltchemie am Krüselinsee und vom Schülersommerkurs „Umweltanalytik und Umweltchemie“ in Berlin. – Humboldt-Universität zu Berlin (KUBSCH, G.) / Technische Universität Berlin / Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH Seddiner See (TÄUSCHER, L.) / BONITO e.V. (RICHTER, W. M.). http://www.linscheidlab.de/LinscheidLab_Ergebnisberichte_en.html
- HOYER, E. (1982): Gibt es noch „Seebälle“, *Aegagropila sauteri* (Nees) Kützing in Mecklenburg? – Naturschutzarbeit in Mecklenburg 25: 94–96.
- JESCHKE, L. (1959): Pflanzengesellschaften einiger Seen bei Feldberg in Mecklenburg. – Feddes Repertorium, Beiheft 138: 161–214.
- JORDAN, H.-J. (1986): Zu Veränderungen in den Hydrophytenbeständen der Feldberger Seen und Versuch einer Darstellung möglicher anthropogener Ursachen. – Natur und Naturschutz in Mecklenburg 23: 53–60.
- KABUS, T. (2008): Makrophyten-Untersuchung und Phytobenthosprobenahme in Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2008, Los 2: Westliches Mecklenburg-Vorpommern. – Bericht im Auftrag des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommern, Abt. 3 – Seenreferat, Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH, Seddin: 57 S.
- KABUS, T. (2012): Haussee Feldberg. – In: KABUS, T. & WIEHLE, I.: Makrophyten-Untersuchung und Phytobenthosprobenahme in Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2012, Los 2: Mecklenburg-Vorpommern. – Bericht im Auftrag des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommern, Abt. 3 – Seenreferat, Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH, Seddin: 45–47.
- KABUS, T. (2014): Haussee Feldberg: Makrophyten. – In: HARTWICH, M., KABUS, T., WIEHLE, I., KALIES, K., TÄUSCHER, L. & BERGER, T.: Untersuchungen in 16 ausgewählten Seen im Jahr 2014 in Zusammenhang mit den Sanierungs- und Restaurierungsprogramm des Landes Mecklenburg-Vorpommern. – Bericht im Auftrag des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommern, Abt. 3 – Seenreferat, Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH, Seddin: 12–16.
- KABUS, T. & MIETZ, O. (2006): Die Besiedlung ausgewählter Großseen in West-Mecklenburg mit Makrophyten und eine Bewertung ihres ökologischen Zustandes – Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Mecklenburg 6: 8–19.
- KASPRZAK, P. (PROJEKTLEITER), CASPER, P., GONSIORCZYK, T. & GROSSART, H.-P. (2015): Untersuchungen zur Nachhaltigkeit der Sanierung und Restaurierung des Feldberger Haussees sowie zur Entwicklung seines ökologischen Zustandes. – Ergebnisbericht im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburgische Seenplatte Neubrandenburg, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Stechlin-Neuglobsow: 17 S.
- KRAUSCH, H.-D. & SCHMIDT, W. (Autorenteam-Ltg.) (1997): Das Feldberger Seengebiet: Werte der deutschen Heimat, Bd. 57. – Weimar.
- KAUSCHKA, G., KUBSCH, G., RICHTER, W. M. & TÄUSCHER, L. (2000): Umweltanalytik und Umweltchemie: Sommerkurse. – Humboldt-Spektrum 7(1): 58–61.
- KNÖSCHE, R. (2008): Wiederfund von *Najas marina* L. ssp. *marina* im Schollener See (Elbe-Havel-Winkel, Sachsen-Anhalt). – Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt 13: 41–51.
- KOSCHEL, R., KRAUSCH, H.-D., BRINKMANN, P.-F. & PÄCHNATZ, M. (Redaktion) (1985): Das Feldberger Seengebiet. – Natur und Umwelt Bezirk Neubrandenburg 3: 1–96.
- KUBSCH, G. (2009): Sommerkurse in der Krüseliner Mühle – In: BORRMANN, K. et al. (eds.): Feldberg-Serrahner Naturparkgeschichte(n). Aktivitäten von Forschern und Vereinen zum Schutz der Wälder und Gewässer in der Feldberger Seenlandschaft, einschließlich Müritz-NP-Teil Serrahn. – Galenbeck: 88–91.

- KUBSCH, G. & TÄUSCHER, L. (2014): Sommerkurse für Umweltanalytik und Umweltchemie. – Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)-Erw. Zus.fass. der Jahrestagung 2013 (Potsdam-Berlin): 137–142.
- KUBSCH, G., TÄUSCHER, L. & RICHTER, W. M. (2015): Praktikum und Sommerkurse für Umweltanalytik und Umweltchemie. – Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)-Erw. Zus.fass. der Jahrestagung 2014 (Magdeburg): 173–177.
- LESKE, S., BERG, C., KABUS, T. & TÄUSCHER, L. (2004): Bibliographie „Submerse Makrophyten in Seen Mecklenburg-Vorpommerns“. – Botanischer Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern 40: 79–104.
- LINDNER, A. (1975): Katalog der submersen Makrophyten in der Boddenkette südlich des Darß und des Zingst unter Berücksichtigung der Autökologie produktionsbiologisch wichtiger Species. – Wiss. Ztschr. Univ. Rostock, Math.-nat. R. 24: 735–742.
- LINDNER, A. (1978): Soziologisch-ökologische Untersuchungen an der submersen Vegetation in der Boddenkette südlich des Darß und des Zingst (südliche Ostsee). – Limnologica 11: 229–305.
- MATHES, J. (2008): Das Seenprogramm in Mecklenburg-Vorpommern. – Vortrag 13. Gewässersymposium „Die Seen in Mecklenburg-Vorpommern im Fokus der Wasserrahmenrichtlinie“, Güstrow, 22.10.2008.
- MOTHES, G. (1978): Notizen zum Makrozoobenthos der Feldberger Seen. – In: AG BONITO (RICHTER, W. M. & THÜRNAGEL, J. [eds.]): Luzin-Report.
- OHLE, W. (1932, 1933): Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen. – Arch. Hydrobiol. 26: 386–464; 584–658 (= Diss. Universität Kiel 1934).
- PANKOW, H. (1965): *Aegagropila sauteri* (Nees) Kützing in Mecklenburg (Norddeutschland). – Nova Hedwigia 9: 177–184.
- PANKOW, H. (1985): Verschollene, gefährdete und interessante Großalgen im nördlichen Gebiet der DDR. – Botanischer Rundbrief für den Bezirk Neubrandenburg 16: 65–72.
- PANKOW, H. & BOLBRINKER, P. (1984): Über die Verbreitung und Soziologie von *Cladophora aegagropila* (L.) Rbh. (= *Aegagropila sauteri* (Nees ex Kütz.) Kütz.) in den Nordbezirken der DDR. – Gleditschia 12: 279–283.
- PANKOW, H. & TÄUSCHER, L. (1980): Über eine *Pithophora*-Art aus den Gewächshäusern des Botanischen Gartens in Rostock. – Nova Hedwigia 33: 465–474.
- PIETSCH, W. & PIETSCH, K. (1981): Zur hydrochemischen Beschaffenheit einiger Gewässer der Umgebung von Feldberg. – In: AG BONITO (RICHTER, W. M. & THÜRNAGEL, J. [eds.]): Luzin-Report.
- PLÜMECKE, O. (1914): Zur Biologie mecklenburgischer Gewässer II. – Arch. Hydrobiol. Planktonkd. 9: 439–494.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Stuttgart (Hohenheim).
- RÖNICKE, H. (1981): Das Netzplankton ausgewählter Gewässer der Feldberger Seengruppe. – In: AG BONITO (RICHTER, W. M. & THÜRNAGEL, J. [eds.]): Luzin-Report.
- RÜEGG, S., RAEDER, U. & BRÄUSCHLER, C. (2015): Ausbreitung des Großen Nixkrautes (*Najas marina*) in Deutschland – ein Erfolg für die WRRL? – Vortrag & Abstract: Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)-Tagungsband, Jahrestagung 2015 (Universität Duisburg-Essen): 63.
- SCHWARZ, G., FRENZEL, W., RICHTER, W. M., TÄUSCHER, L. & KUBSCH, G. (2016): A Multidisciplinary Science Summer Camp for Students with Emphasis on Environmental and Analytical Chemistry. – Journal of Chemical Education 92: 626–632 + Supporting information: 1–53.
- TÄUSCHER, L. (1998): Mikroalgenesellschaften der Gewässer Nordostdeutschlands und ihre Nutzung zur Bioindikation. – Feddes Repertorium 109: 617–638.
- TÄUSCHER, L. (2003): Fragen zur Taxonomie, Nomenklatur, Ökomorphologie, Aut- und Synökologie des *Najas marina* subspec. *intermedia/brevifolia*-Komplexes: wer hat dazu Beobachtungen gemacht und kann helfen? – In: HILT, S.: Flachseen-Forschung

- in Deutschland (ehemaliger DGL-Arbeitskreis): Literatur: 1–2.
- TÄUSCHER, L. (2008a): Besonderheiten zum Makrophyten-Vorkommen, die Nutzung von Wasserpflanzen und Bezeichnung von Gewässern nach ihrem Vorkommen. – In: KUBSCH, G., RICHTER, W. M. & TÄUSCHER, L.: Bericht vom 13. Feldberger Sommerworkshop für Umweltanalytik und Umweltchemie am Krüselinsee und vom 13. Schülersommerkurs „Umweltanalytik und Umweltchemie“ in Berlin. – Humboldt-Universität zu Berlin / Technische Universität Berlin / Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH Seddiner See / BONITO e.V.: 23–25.
- TÄUSCHER, L. (2008b): Phytobenthos ohne Diatomeen als biologische Komponente zur Bestimmung des ökologischen Zustandes von nordostdeutschen Seen – ein Literaturbericht und Diskussionsbeitrag. – Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)-Erw. Zus.fass. der Jahrestagung 2007 (Münster): 115–120.
- TÄUSCHER, L. (2009a): 10 Jahre biologisch-ökologische Gewässeruntersuchungen im mesotrophen Krüselinsee und im eutrophen Feldberger Haussee im Feldberger Seengebiet (Mecklenburg-Vorpommern, Deutschland). – Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 22: 65–72.
- TÄUSCHER, L. (2009b): Neufund von *Najas marina* s.l. im Feldberger Haussee im Jahr 2009. – In: KUBSCH, G., RICHTER, W. M. & TÄUSCHER, L.: Bericht vom 14. Feldberger Sommerworkshop für Umweltanalytik und Umweltchemie am Krüselinsee und vom 14. Schülersommerkurs „Umweltanalytik und Umweltchemie“ in Berlin. – Humboldt-Universität zu Berlin / Technische Universität Berlin / Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH Seddiner See / BONITO e.V.: 31–34.
- TÄUSCHER, L. (2009c): Wasserpflanzen im Klarwasser von Krüselin- und Dreetzsee. – In: BORRMANN, K. et al. (eds.): Feldberg-Serrahner Naturparkgeschichte(n). Aktivitäten von Forschern und Vereinen zum Schutz der Wälder und Gewässer in der Feldberger Seenlandschaft, einschließlich Müritz-NP-Teil Serrahn. – Galenbeck: 149–151.
- TÄUSCHER, L. (2009d): Historische und aktuelle Untersuchungen der Algen-Besiedlung im Land Brandenburg (Deutschland) – ein bibliographischer Überblick als Grundlage für Checklisten und Rote Listen der Algen (incl. Anhang: Bibliographie der Historischen und aktuellen Untersuchungen der Algen-Besiedlung im Land Brandenburg [Deutschland]). – Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 22: 87–123.
- TÄUSCHER, L. (2010): Prodrum einer Roten Liste der Cyanobakterien/Blualgen, Rot-, Gelbgrün-, Braun- und Grünalgen des Landes Brandenburg – Ergebnisse eines bibliographischen Überblicks zur Algen-Besiedlung. – Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)-Erw. Zus.fass. der Jahrestagung 2009 (Oldenburg): 511–515. http://www.botanischer-verein-brandenburg.de/fileadmin/user_upload/pdf/Algen_Rote_Liste_BB_2010.pdf
- TÄUSCHER, L. (2012a): Umweltbildung für Schüler, Studenten und in der Erwachsenenqualifizierung vor und nach der „Wende“ (1979–2012). – Studienarchiv Umweltgeschichte 17: 67–76.
- TÄUSCHER, L. (2012b): Inventur biologisch-ökologischer Untersuchungen im Feldberger Haussee und im Krüselinsee (Mecklenburg-Vorpommern). – In: KUBSCH, G., RICHTER, W. M. & TÄUSCHER, L.: Bericht vom 16. Feldberger Sommerworkshop für Umweltanalytik und Umweltchemie am Krüselinsee und vom 17. Schülersommerkurs „Umweltanalytik und Umweltchemie“ in Berlin. – Humboldt-Universität zu Berlin / Technische Universität Berlin / Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH Seddiner See / BONITO e.V.: 30–34.
- TÄUSCHER, L. (2014): Der Beitrag von Privatdozent Dr. rer. nat. habil. Lothar Krienitz zu 100 Jahren Langzeit-Untersuchungen der Besiedlung mit planktischen Mikroalgen

- im Feldberger Haussee (Mecklenburg-Vorpommern). – Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg 53: 107–122.
- TÄUSCHER, L. & KUBSCH, G. (2003): Sommerworkshop „Umweltanalytik und Umweltchemie“ 2002 am Krüselinsee (Mecklenburg-Vorpommern). – Mikrokosmos 92: 70–72.
- THIENEMANN, A. (1926): Die Binnengewässer Mitteleuropas. Eine limnologische Einführung. – In: THIENEMANN, A. (ed.): Die Binnengewässer, Bd. I. – Stuttgart.
- THIENEMANN, A. (1928): Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Ein Beitrag zur Seetypenlehre. – In: THIENEMANN, A. (ed.): Die Binnengewässer, Bd. IV. – Stuttgart.
- UHLMANN, D. (1958): Die Abwasserschäden der Feldberger Seen und Wege zu ihrer Behebung. – Technische Universität Dresden, unveröffentlichtes Gutachten.
- UHLMANN, D. (1961): Wissenschaftliche Bedeutung und gegenwärtiger Zustand der Feldberger Seen. – Naturschutzarbeit in Mecklenburg 4: 52–65.
- VOIGTLÄNDER, U. & HENKER, H. (2005): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Mecklenburg-Vorpommerns, 5. Fassung. Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern (ed.). – Schwerin. http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/rote_liste_pflanzenfinal.pdf

Anschift der Autoren

Dr. Lothar Täuscher
Petersburger Straße 44
D-10249 Berlin
ltaeu@yahoo.com

Dr. Georg Kubsch
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Chemie
Brook-Taylor-Straße 2
D-12489 Berlin
georg.kubsch@chemie.hu-berlin.de