

Klaus VAN DE WEYER*, Sebastian MEIS & Georg SÜMER

*lanaplan, Lobbericher Str. 5, 41334 Nettetal, Germany
klaus.vdweyer@lanaplan.de

Entwicklung von Flora und Vegetation im PHOENIX See (Dortmund) - fünf Jahre nach Anpflanzungen mit Armleuchteralgen

Development of macrophytes in Lake PHOENIX (Dortmund, Germany): A review of the last five years following planting of stoneworts

Abstract

Lake PHOENIX is an artificial lake created on a former steelworks area. In 2011 and in 2013, stoneworts were planted in the lake. In addition, the lake was seeded with oospores. The aquatic vegetation was monitored on a yearly basis between 2011 and 2016. The total number of aquatic plant species varied between 12 and 17 species. In each year at least six different stonewort species were recorded. *Chara contraria* and *Chara globularis* were the most common stonewort species present. The lake area covered with stoneworts increased from 14% (2012) to 43% (2016), while the area covered with watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) increased from 14% to 27% over the same period. Overall, the planted stoneworts did establish well and spread over nearly half of the lake area. Mass growths of nuisance plants (e.g. watermilfoil) which may result in limiting recreational use of Lake PHOENIX have not, so far, occurred.

Keywords: Charophytes, Lake PHOENIX, planting, aquatic plant management

1 Einleitung

Im PHOENIX See in Dortmund wurde zur Vermeidung von Makrophyten-Massenentwicklungen ein Konzept umgesetzt, dass auf einer Kombination nährstoffarmer Standortbedingungen mit niedrigwüchsigen Makrophyten und einer Bepflanzung mit Armleuchteralgen basiert (VAN DE WEYER et al. 2014). Das Konzept berücksichtigt die Windsheimer Leitlinien zur Ausbringung von Wildpflanzen (SUKOPP & TRAUTMANN). Die Anpflanzung beinhaltete die Ausbringung lebender Pflanzen (*Chara contraria*, *Chara globularis*, *Chara vulgaris*) und das Anspritzen mit Oosporen (s. Tab. 1).

Tab. 1: Gesamtzahl keimfähiger Oosporen, die in den PHOENIX See eingebracht wurden (ca. 75% der Gesamtmenge, gerundet) (aus: VAN DE WEYER et al. 2014)

<i>Chara globularis</i>	28.430
<i>Chara contraria</i>	61.630
<i>Chara vulgaris</i>	7.180
<i>Nitella mucronata</i>	19.320
<i>Nitella opaca</i>	101.130
<i>Nitella syncarpa</i>	3.200
<i>Tolypella glomerata</i>	7.790
Summe	228.680

Die Bepflanzungen erfolgten im Jahr 2011, ergänzende Bepflanzungen im Jahr 2013. Die Maßnahme wird durch ein Monitoring der Makrophyten begleitet, das u.a. pro Jahr eine Artenliste und eine Vegetationskarte (ab 2012) beinhaltet. Nachfolgend werden die Ergebnisse aus den Jahren 2011-2016 dargestellt.

2 Untersuchungsgebiet

Der PHOENIX See (32 U 396751 5705393 [UTM ETRS89] bzw. 3 396786 5707236 [deutsches Gauss Krügergitter]) befindet sich in Dortmund-Hörde im Bereich eines ehemaligen Stahlwerkes (Hermannshütte), das 2001 stillgelegt und komplett demontiert wurde. Der See entstand durch Aushub der während der Stahlwerksära in das ehemalige Emschertal eingebrachten Materialien (Boden, Bauschutt). Der Baustart für das Seeprojekt lag im Jahr 2005, die Flutung endete im Mai 2011. Der PHOENIX See hat eine Fläche von 23,2 ha. Die mittlere Tiefe des von Grundwasser gespeisten Gewässers beträgt 2,8 m, die maximale Tiefe 4,0 m (MÖHRING et al. 2014, SÜMER 2013). Das Wasser ist carbonatreich. Die Gesamt-Phosphor-Gehalte lagen in den Jahren 2011-2016 zwischen 10-30 µg/l (EMSCHERGENOSSENSCHAFT, unveröff. Daten!). Die Konzeption für den PHOENIX See beinhaltete von Anfang an die Etablierung nährstoffarmer Bedingungen, um Makrophyten nur geringe Nährstoffquellen zu bieten. Zu diesem Zweck wurde am Seeufer ergänzend zum perspektivisch zu erwartenden Wasserpflanzenmanagement eine Phosphat-Eliminationssanlage errichtet, welche auf physikalischem Wege Nährstoffe (Phosphor) über Adsorption an Eisenhydroxid-Granulat aus dem Seewasser abscheidet. Da Makrophyten ihren Nährstoffbedarf auch über das Sediment abdecken können (BEST & MANTAI 1978, CARIGNAN & KALFF 1980, RATTRAY et al. 1991), erfolgte auf der gesamten Gewässersohle eine Belegung mit einer 20 cm starken nährstoffarmen Sandschicht (VAN DE WEYER et al. 2014). Im PHOENIX See wurden auch verschiedenen Sohlunbelegungsmaterialien und deren Wirkung auf Makrophyten untersucht (VAN DE WEYER et al. 2016)

3 Methoden

Das Monitoring der Makrophyten umfasst die Untersuchungen von fünf Transekten, die zweimal jährlich durch Taucher nach der Methode von PÄZOLT (2007) untersucht werden. Die verwendete Methode ist konform mit der DIN EN 15460: Anleitung zur Erfassung von Makrophyten in Seen, Deutsche Fassung EN 15460: 2007.

Die Vegetationskarten wurden nach der Methode von VAN DE WEYER et al. (2007) jeweils im September bzw. Oktober erstellt. Hierbei wurde die Unterwasservegetation durch Transekte längs der Uferlinie vom Boot aus untersucht. Die Untersuchung erfolgte mit einem Doppelrechen und einer Unterwasser-Videokamera. Desweiteren kam ein GPS-Gerät der Firma Garmin zum Einsatz. Ergänzend wurden Teilbereiche (Vegetationsgrenzen) mit Hilfe der SUP-GPS-Methode durch Taucher erfasst. Die räumliche Lage der folgenden Vegetationszonen wurde mittels GPS erfasst:

- Zone der Armleuchteralgen (*Chara contraria*, *C. globularis*, *C. hispida*)
- *Myriophyllum spicatum*-Zone
- *Myriophyllum spicatum*-Zone; 0-0,5 m unter der Wasseroberfläche
- Flächen ohne oder mit wenigen Wasserpflanzen (<2% Bewuchs)
- Mischbestände
- Röhrichtzone (Phragmition)

4 Flora

Die Zahl der nachgewiesenen aquatischen Makrophyten nahm von 16 Arten im Jahr 2011 auf zwölf in den Jahren 2015 und 2016 ab; das Maximum betrug 17 Arten im Jahr 2012 (s. Tab. 2).

In allen Jahren wurden mindestens sechs Characeen-Arten nachgewiesen. Bestandsbildend in allen Jahren waren *Chara contraria* und *Chara globularis*. Diese Arten waren sowohl als lebende Pflanzen als auch als Oosporen (s. Kap. 1) eingebracht worden. Größere Teilbereiche wurden auch von *Chara hispida* eingenommen. Diese Art, die in der Roten Liste von NRW (LANUV 2010) als „vom Aussterben bedroht eingestuft ist“, wurde nicht gezielt angepflanzt bzw. Oosporen angeimpft (s. Kap. 1).

Geringere Anteile wiesen in den Jahren 2011-2016 *Chara vulgaris*, *Nitella opaca* und *Tolypella glomerata* auf. *Nitellopsis obtusa*, von der im Jahr 2013 sowohl Bulbillen als auch Oosporen eingebracht wurden (VAN DE WEYER et al. 2014), wurde in den Jahren 2013 und 2014 in Einzelempfängern nachgewiesen. Im Jahr 2016 wurde die Art an vier Stellen beobachtet.

Tab. 2: Liste der im PHOENIX See in den Jahren 2011-2016 nachgewiesenen aquatischen Makrophyten.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Rote Liste
Armelechteralgen:							
1	<i>Chara contraria</i>	x	x	x	x	x	*
2	<i>Chara globularis</i>	x	x	x	x	x	*
3	<i>Chara hispida</i>	x	x	x	x	x	1
4	<i>Chara vulgaris</i>	x	x	x	x	x	*
5	<i>Nitella opaca</i>	x	x	x	x	x	3
6	<i>Nitellopsis obtusa</i>			x	x	x	V
7	<i>Tolypella glomerata</i>	x	x	x	x	x	3
Höhere Pflanzen:							
8	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	x	x	x	x	x	*
9	<i>Callitriche spec.</i>	x	x	x			*
10	<i>Elodea canadensis</i>	x	x	x	x	x	*
11	<i>Myriophyllum spicatum</i>	x	x	x	x	x	*
12	<i>Potamogeton natans</i>		x	x	x		*
13	<i>Potamogeton pectinatus</i>	x	x	x	x	x	*
14	<i>Potamogeton pusillus</i>	x	x	x	x	x	*
15	<i>Potamogeton trichoides</i>	x	x				3
16	<i>Ranunculus sceleratus</i>	x	x				*
17	<i>Sparganium emersum</i>	x	x	x	x	x	*
18	<i>Zannichellia palustris</i>	x	x				*
	Summe	16	17	15	14	12	12

Rote Liste NRW: Gefährdung gemäß Roter Liste NRW (LANUV NRW 2010): 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, * = ungefährdet

5 Vegetation

Die Vegetationskarten der Jahre 2012-2016 sind in den Abb. 1 bis 5 dargestellt; die zugehörigen Flächenanteile finden sich in Tab. 3. Hieraus wird ersichtlich, dass sich die Armelechteralgen-Flächen (grün) im Westen und südlich der Inseln befinden. Dominante Arten sind *Chara contraria*, *C. globularis* und *C. hispida*. Der Flächenanteil lag 2012 bei 3,3 ha (14 %) der Seefläche und hat im Jahr 2013 auf 4,6 ha (20 %) zugenommen. Im Jahr 2014 war ein weiterer Anstieg auf 8,0 ha (34 %) zu verzeichnen. Im Jahr 2015 bedeckten Armelechteralgen 9,4 ha (40%). Im Jahr 2016 war ein weiterer Anstieg auf 9,6 ha (43%) festzustellen.

Bestände von *Myriophyllum spicatum* (rot) befinden sich in der zentralen Seefläche angrenzend an die Inseln und im Osten. Der Flächenanteil lag im Jahr 2012 bei 3,2 ha (14 % der Seefläche), in den Jahren 2013 und 2014 waren es nur noch 1,5 ha (6 %). Im Jahr 2015 stieg der Wert wiederum auf 4,0 ha (17 %) an. Im Jahr 2016 war ein weiterer, deutlicher Anstieg auf 6,2 ha (27 %) festzustellen. Auf einer Fläche von 1,6 ha (7%) wuchs *Myriophyllum spicatum* 0-0,5 m unter der Wasseroberfläche. Diese Kartierungseinheit wurde im Jahr 2016 erstmalig

differenziert. In den Vorjahren erreichte *Myriophyllum spicatum* nur Wuchshöhen, die deutlich unter der Wasseroberfläche lagen.

Daneben gibt es Flächen mit fehlendem bzw. geringem Bewuchs (blau). Der Flächenanteil lag in den Jahren 2012 und 2013 bei 2,9 ha (12 % der Seefläche), im Jahr 2014 waren es 2,5 ha (11 %) und im Jahr 2015 2,2 ha (10%) und im Jahr 2016 0,5 ha (2%). Der Anteil von Mischbeständen aus Armlauchteralgen, *Myriophyllum spicatum* und Flächen ohne Bewuchs nahm im Verlauf der Jahre ab: Im Jahr 2012 waren es 13,2 ha (56 %), im Jahr 2013 13,5 ha (57 %), im Jahr 2014 10,5 ha (45 %), im Jahr 2015 6,8 ha (29 %) und im Jahr 2016 5,2 ha (23 %). Daneben befinden sich am Nord- und Ostufer Röhrichte (Phragmition, braun).

Tab. 3: Flächenanteile der Vegetationseinheiten des PHOENIX Sees 2012-2016.

Vegetationseinheit	2012		2013		2014		2015		2016	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Armlauchteralgen	3,3	14	4,6	20	8,0	34	9,4	40	9,6	43
<i>Myriophyllum spicatum</i> - Zone	3,2	14	1,5	6	1,5	6	4,0	17	6,2	27
<i>Myriophyllum spicatum</i> – Zone: 0-0,5 m unter der Wasseroberfläche	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	7
Flächen, Bewuchs < 2 %	2,9	12	2,9	12	2,5	11	2,2	10	0,5	2
Mischbestände	13,2	56	13,5	57	10,5	45	6,8	29	5,2	23
Röhrichtzone (Phragmition)	1,0	4	1,0	4	1,0	4	1,0	4	1,0	4
Testfläche Sohlbelegung	0,0	0	0,0	0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2

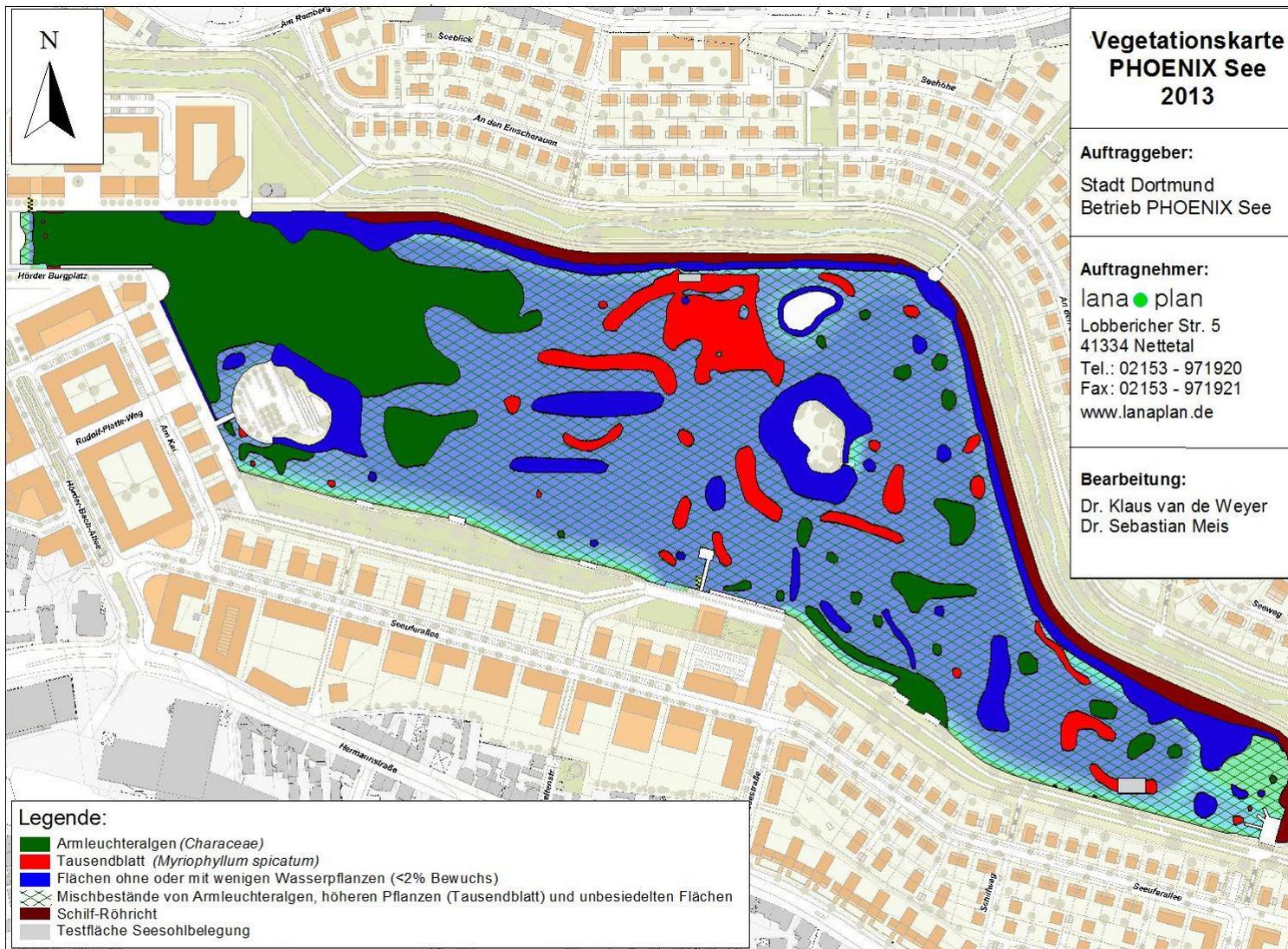


Abb. 2: Vegetationskarte des PHOENIX Sees 2013.



Abb. 3: Vegetationskarte des PHOENIX Sees 2014.

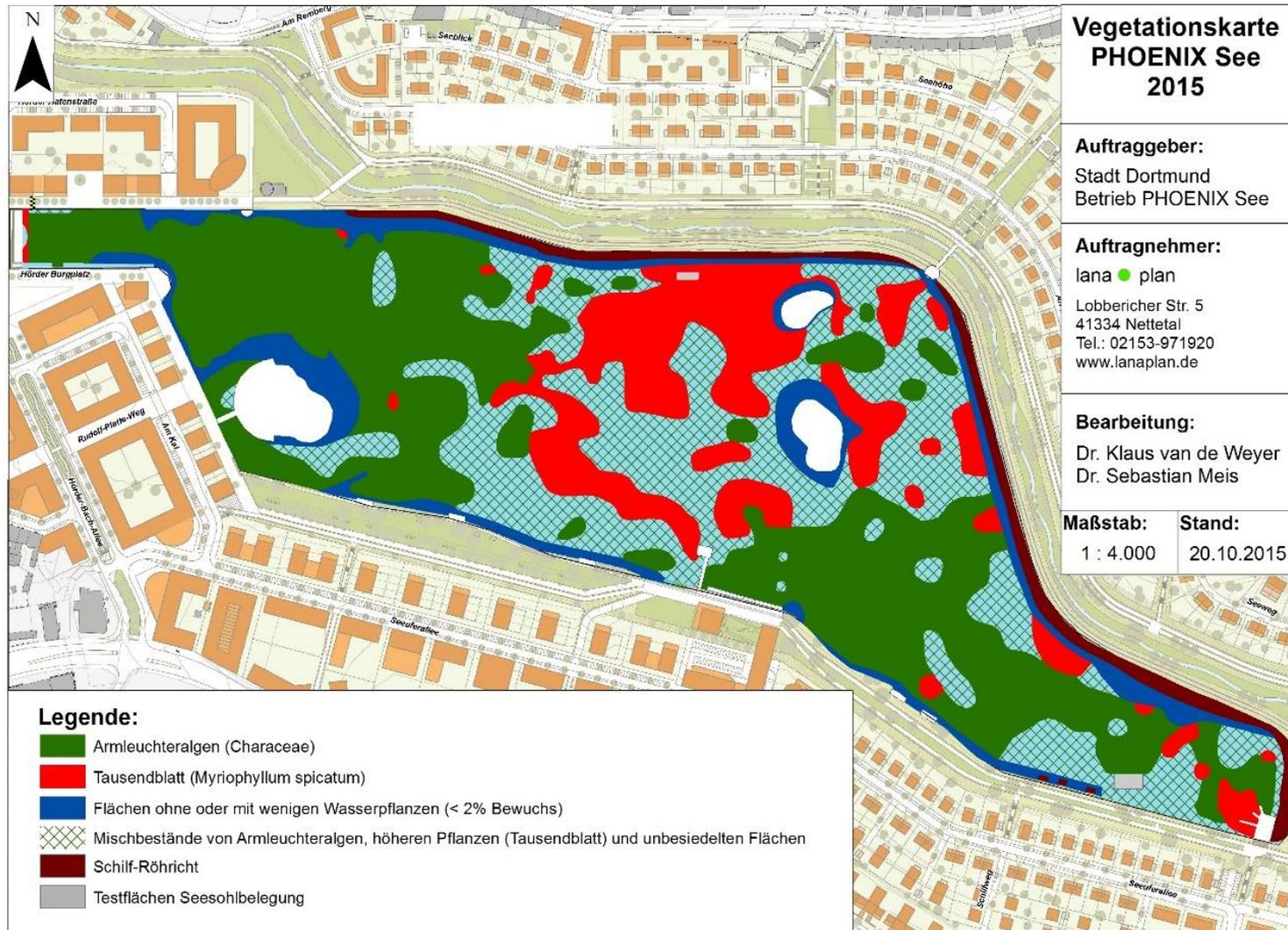


Abb. 4: Vegetationskarte des PHOENIX Sees 2015.



Abb. 5: Vegetationskarte des PHOENIX Sees 2016.

6 Diskussion

Das Fazit fünf Jahre nach Durchführung der Anpflanzung bzw. Animpfung mit Oosporen fällt für den PHOENIX See positiv aus. Die gepflanzten Armleuchteralgen (*Chara contraria*, *Chara globularis*, *Chara vulgaris*) sind nicht nur sehr gut angewachsen, sondern haben sich von den Anpflanzungen aus auch ausgebreitet. Außerdem haben sich diese Arten und weitere Arten (*Chara hispida*, *Nitella opaca*, *Nitellospis obtusa*, *Tolypella glomerata*), die angeimpft wurden, im PHOENIX See etabliert.

Die Armleuchteralgen nahmen im Verlauf der Jahre 2011-2016 im PHOENIX See flächenmäßig zu. Die Armleuchteralgen bedeckten im Jahr 2016 43 % der Seefläche.

Massenentwicklungen von höheren Makrophyten wie in den benachbarten Ruhrstauseen (PODRA & KNOTTE 2010) traten bisher im PHOENIX See nicht auf. *Elodea nuttallii*, die in den Ruhrstauseen zu großen Nutzungskonflikten führte und führt, wurde im PHOENIX See bisher noch nicht nachgewiesen. *Elodea canadensis* konnte in den Jahren 2011-2016 nur in geringer Menge festgestellt werden. Größere Anteile nahm hingegen *Myriophyllum spicatum* ein. Diese Art, die in Deutschland einheimisch ist, bereitet als Neophyt in den USA große Probleme in Hinblick auf Nutzungen von Seen. Dies betrifft auch oligo-mesotrophe Gewässer (BAILEY & CALHOUN 2008, BOYLEN et al. 1996). Der Flächenanteil von *Myriophyllum spicatum* hat im Verlauf der Jahre 2012-2016 im PHOENIX See zugenommen, der Anteil stieg bis auf 27% im Jahr 2016. Diese Bestände erreichten bisher nur im Flachwasser die Wasseroberfläche und führten daher nicht zu Nutzungseinschränkungen.

Letztlich bleibt festzuhalten, dass die geschaffenen Rahmenbedingungen (Nährstofflimitierung im Sediment und Freiwasser, Bepflanzung mit Armleuchteralgen) eine Ausbreitung hochwachsender Makrophyten bis dato verhindert haben. Auch für die Zukunft ist es erforderlich, das Monitoring im PHOENIX See fortzuführen.

Literatur

- Bailey, J.E., A.J.K. Calhoun, 2008. Comparison of Three Physical Management Techniques for Controlling Variable-leaf Milfoil in Maine Lakes. *J. Aquat. Plant. Management* 46: 163-167.
- Best, M.D. & E. Mantai, 1978. Growth of *Myriophyllum*: Sediment or Lake Water as the Source of Nitrogen and Phosphorus. *Ecology* 59: 1075-1080.
- Boyen, C.W., L. W. Eichler & J. W. Sutherland, 1996. Physical control of Eurasian watermilfoil in an oligotrophic lake. *Hydrobiologia* 340: 213-218.
- Carignan, R. & J. Kalff, 1980. Phosphorus Sources for Aquatic Weeds: Water or Sediments? *Science* 207: 987-989.
- LANUV NRW 2010. Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen, <http://www.lanuv.nrw.de/natur/arten/roteliste.htm>.
- Möhring, B., T. Korte, P. zur Mühlen, A. Petruck, A. Pfister & M. Sommerhäuser, 2014. Der PHOENIX See - Highlight des Strukturwandels im neuen Emschertal. *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 2014 (1): 17-22.
- Pätzolt, J., 2007. Der Makrophytenindex Brandenburg – ein Index zur Bewertung von Seen mit Makrophyten. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 16: 116-121.
- Podraza, P. & H. Knotte, 2010. Massenentwicklung von *Elodea* - Diskussion der Möglichkeiten zur Bestandsregulierung am Beispiel der Ruhrstauseen. *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 6: 286-293.

- Rattray, M.R., C. Howard-Williams & J.M.A. Brown, 1991. Sediment and water as sources for nitrogen and phosphorus for submerged rooted aquatic macrophytes. *Aquatic Botany* 40: 225-237.
- Sümer, G., 2013. Der PHOENIX See in Dortmund: Transformation einer Stahlwerksbrache zu einer hochwertigen Gewässerlandschaft unter Einbeziehung innovativer Maßnahmen zum Gewässergütemanagement. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2012 (Koblenz), Hardeggen 2013.
- Sukopp, H. & W. Trautmann, 1981. Ausbringung von Wildpflanzen. *Natur und Landschaft* 56: 368-369.
- Weyer, K. van de, I. Nienhaus, P. Tigges, A. Hussner & U. Hamann, 2007. Eine einfache und kosteneffiziente Methode zur flächenhaften Erfassung von submersen Pflanzenbeständen in Seen. *Wasser und Abfall* 6 (1/2): 20-22.
- Weyer, K. van de, G. Sümer, H. Hueppe & A. Petruck, 2014. Das Konzept PHOENIX See: Nachhaltiges Management von Makrophyten-Massenentwicklungen durch eine Kombination nährstoffarmer Standortbedingungen und Bepflanzung mit Armeleuchteralgen. *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 2014: 23-27.
- Weyer, K. van de, G. Sümer & S. Meis, 2016. Erfahrungen mit unterschiedlichen Sohlbelegungsmaterialien zum Management von Makrophyten-Massenentwicklungen im PHOENIX See (Dortmund). *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 2016: 353-356.