

Wiederfund von *Najas marina* L. ssp. *marina* im Schollener See (Elbe-Havel-Winkel, Sachsen-Anhalt)

Rüdiger Knösche

1 Einleitung

Das Große Nixkraut (*Najas marina* L. s.l.) ist in der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Sachsen-Anhalts als stark bedrohte Art (Kategorie 1) verzeichnet (FRANK et al. 2004). Ein seit längerem bekannter Standort dieser Art in Sachsen-Anhalt ist der Schollener See an der unteren Havel, 12 km nördlich von Rathenow (BENKERT et al. 1996). Der jüngste Bericht von *Najas marina* ssp. *marina* im Schollener See stammt von HILBIG & REICHHOFF (1974) aus dem Jahre 1973. Seither wurde sie nicht wieder gefunden und ihr Vorkommen war in der Folgezeit auch höchst unwahrscheinlich, da im Zuge der extremen Eutrophierung der Fluss- und Auenseen der mittleren und unteren Havel und der damit verbundenen Verringerung der Sichttiefen auf 2–3 dm die gesamte Submersflora verschwand.

Etwa seit der zweiten Hälfte der 90er Jahre findet im Havelgebiet je nach Gewässertrübung eine kontinuierliche Rückkehr der submersen Makrophyten statt. Es handelt sich dabei zunächst nur um sehr eutraphente Arten, wie *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus* und *Myriophyllum spicatum*. Im Zuge dieser Entwicklung wäre ein Wiederauftauchen von *Najas marina* durchaus denkbar, zumal sich im Gebiet meso- bis schwach eutraphente Arten langsam wieder etablieren, wenn auch zunächst mehr in den Kleingewässern und Entwässerungsgräben (TÄUSCHER 1994, 1996, 1998).

Das Jahrhunderthochwasser in der Elbe im August 2002, bei dem die Havelniederung als Entlastungsraum diente, löste im Schollener See im Jahr 2004 offensichtlich die Ausbildung eines ganzjährigen Klarwasserzustandes aus (leider keine Information über das Jahr 2003). Sofort erschienen größere Bestände submerser Makrophyten und u. a. auch von *Najas marina* ssp. *marina*. Primäres Ziel dieses Beitrages ist es, das Wiedererscheinen von *Najas m.* möglichst umfassend zu dokumentieren. Darüber hinaus erlauben die Umstände des Wiederauftauchens einige Einblicke in die Autökologie dieser Art. Schließlich zeigten sich bei der Bestimmung der Subspezies einige Widersprüche, die es zu klären galt. So traf keine der im ROTHMALER (Bd. 4, 2002) angegebenen Merkmalskombinationen für die Subspezies *N. m. marina* und *N. m. intermedia* eindeutig für das vorgefundene Material zu.

2 Methodik

Die Aufnahme der Pflanzenbestände erfolgte nach BRAUN-BLANQUET (1951) in 4×4 m Aufnahmequadraten, die im Wasser mit Peilstangen abgesteckt wurden. Eine gute Einsehbarkeit bis zum Gewässergrund war stets gegeben. Die genaue geographische Position wurde mit einem GPS-Gerät auf 5–7 m genau ermittelt und in das Messtischblatt 1 : 10.000 übertragen.

Die hydrochemischen Untersuchungen erfolgten im Rahmen eines über zehnjährigen Monitorings. Sie basieren auf den DIN-Vorschriften zur Wasseruntersuchung und werden deshalb hier nur in kurzer tabellarischer Form wiedergegeben (Tab. 1).

3 Der Schollener See

Der Schollener See liegt linksseitig der Havel, ca. 12 km nördlich von Rathenow. Er befindet sich noch im Flussauengebiet und ist durch einen Fließ mit der Havel verbunden. Durch die-

Tab. 1: Hydrochemische Untersuchungsmethoden

Parameter	Methode
Sichttiefe	Secchi-Scheibe
Chlorophyll	Photometrisch nach Ethanolextraktion, DIN 38412, Teil 16
Gelöstes molybdän-reaktives Phosphat (SRP)	Photometrisch nach Molybdänblau-Reaktion, DIN 38 405 - D11 - 1
Gesamt-Phosphor (TP)	SRP-Bestimmung nach Peroxodisulfataufschluss, DIN 38 405 - D11 - 4
Ammonium	Photometrisch bei 425 nm nach Reaktion mit Nessler's Reagenz (Test-Kit, Fa. HACH)
Nitrat	Nitrit-Bestimmung nach Reduktion durch Cadmium (Test-Kit, Fa. HACH)
Alkalinität	Titration mit 0,1 N HCl gegen Methylorange
pH	pH-Sensor

sen Fließ strömt das Wasser je nach Wasserstandslage aus der Havel in den See oder umgekehrt, wobei in den Sommermonaten ein Auslaufen des Sees durch ein Wehr verhindert wird. Ansonsten entwässert das etwa 3 100 ha große Einzugsgebiet (12,6% Niedermoor, 32,8% waldfreier Mineralboden, 54,6% Wald) zu einem großen Teil diffus in den See. Der See hat mit aktuellen Verlandungszonen eine Fläche von 240 ha und die freie Wasserfläche beträgt nur 94,6 ha (RUTTER et al. 1994). Der ursprünglich bis zu 12 m tiefe See (gemessen am heutigen mittleren Wasserstand) hat sich inzwischen mit Organomudde bis zu maximal 1 m freier Wassertiefe im Sommerhalbjahr angefüllt (POTONIE 1937). Natürlicherweise (ohne das erwähnte Wehr) würde er im Sommer auf ca. einem Drittel seiner Wasserfläche trocken fallen (KUMMER et al. 1973). Der See ist gegenwärtig als polytroph einzustufen (s. u.). Die dargestellte Gesamtsituation zeigt, dass das Gewässer sich in der Endphase seiner geologischen Entwicklung befindet.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Zur Determination von *Najas marina* L. s.l.

Die im Schollener See (Messtischblatt 3339/1 Schollene) gefundene Form von *Najas marina* (Abb. 1a, b) erreichte vielfach die Wasseroberfläche mit Wuchshöhen bis zu 0,8 m. Die Sprossachsen waren über die gesamte Internodienlänge unregelmäßig bestachelt, der obere Rand der Blattscheiden fast immer ohne Zähnnchen, die Blätter meist leicht aufwärts gekrümmt und der Blattquerschnitt eher flach. Der Mittelnerv des Blattrückens trug bei weit mehr als der Hälfte aller Blätter 1–3 Stacheln. Die wichtigsten Maße der Blätter sind in Tab. 2 angegeben.

Im Vergleich dazu wurde eine Form von *Najas marina* aus dem Plessower See bei Werder/Havel untersucht (vgl. Tab. 2). Diese erreichte maximal Wuchshöhen von 0,2 m. Ihre Sprossachsen trugen ausschließlich nur dicht unterhalb der Blattachsen bis zu 7 Stacheln, die oberen Ränder der Blattscheiden hatten in der Regel 1–2 Zähnnchen und die Blätter waren überwiegend leicht abwärts gekrümmt. Der Blattquerschnitt war eher oval bis rund und der Blattrücken trug fast immer 2–3 Stacheln. Die Blätter waren in ihren Abmessungen signifikant kleiner als bei der Form aus dem Schollener See.

Beim Versuch, mit Hilfe der Exkursionsflora von ROTHMALER (JÄGER & WERNER, Bd. 4, 2002) die Zuordnung zu den Subspezies *N. m. ssp. marina* bzw. *N. m. ssp. intermedia* vorzunehmen, stößt man auf Widersprüche. Die dort für *ssp. marina* angegebene Merkmalskombination „Blattscheiden ohne oder selten mit jederseits einer Stachelspitze. Mittelnerv des Blattrückens kaum oder nicht stachelspitzig“ traf für die Form aus dem Schollener See nicht zu,



Abb. 1a–c: *Najas marina* L. ssp. *marina* aus dem Schollener See, a) gesammeltes Exemplar vom 2.8.2006, b) Blattbasen und c) *Najas* im Trübwasser am 13.9.2006.

Tab. 2: Gegenüberstellung blattmorphologischer Daten von *Najas marina* s.l. aus zwei verschiedenen Seen.

Parameter	Scholler See		Plessower See	
	MW	Spanne	MW	Spanne
Blattlänge (mm)	25,6***	18–38	10,6***	7–18
Blattbreite mit Blattzähnen (mm)	5,0***	3,1–7,0	3,0***	2,0–3,6
Blattbreite ohne Blattzähne (mm)	1,8***	1,3–2,6	0,9***	0,6–1,2
Zahl der Blattzähne (einseitig)	5,6**	4–8	4,1**	3–7
Zahl der Stacheln auf Blattrücken	1,9	0–4	1,9	0–3
Blattbreite m. Zähnen : Blattbreite o. Zähne	2,8**	2–3,3	3,3**	2,3–4,1
Blattlänge : Blattbreite	5,2***	3,6–10,3	3,5***	2,4–5,1

//* Unterschiede bei $p = 0,01$ bzw. $p = 0,001$ statistisch gesichert

ebenso nicht die für ssp. *intermedia* angegebene Kombination „Blattscheiden jederseits mit 1–3(–4) feinen Stachelspitzen. Mittelnerv des Blattrückens regelmäßig stachelspitzig“. Die Blattmaße gibt diese Flora leider nicht an. Auf das gleiche Problem stößt man bei MARKGRAF (1981). Andere Florenwerke geben die Blattrückenbestachelung erst gar nicht als Differenzialmerkmal beider Sippen an, hier spielen meist nur die fehlenden oder vorhandenen Zähne an den Blattscheiden eine zentrale Rolle (ADLER et al. 1994, HAEUPLER & MUER 2000). In fast allen Florendarstellungen herrscht Einigkeit hinsichtlich folgender Differenzialmerkmale:

N. m. ssp. *marina* – Wuchshöhe bis 1 m, Sprossachse bestachelt, oberer Blattscheidenrand ohne oder nur selten mit 1–2 Zähnen, Fruchtlänge 4–5(–8) mm, *N. m.* ssp. *intermedia* (WOLFG.

ex GÓRSKI) CASPER – Wuchshöhe bis 0,3 m, Sprossachse nicht oder nur wenig bestachelt, oberer Blattscheidenrand mit 1–3(–8) Zähnen, Fruchtlänge 3–4(–5) mm (LANG 1967, ADLER et al. 1994, BÖHLING et al., Bd.7, 1998, HAEUPLER & MUER 2000, JÄGER & WERNER, Bd. 4, 2002).

Die Taxonomie und Nomenklatur der Sippe *Najas marina* s.l. ist seit LINNÉ recht verwirrend (vgl. LANG 1973, S. 95 und CASPER 1979). HAYNES (1979) lehnt in seiner Studie zur Taxonomie der amerikanischen *Najas*-Sippen sogar eine weitere Differenzierung von *Najas marina* wegen ihrer starken morphologischen Variabilität ab, wobei er die zwei zytologischen Rassen VIINIKKAS (1976) respektiert. VIINIKKA (1976) hat erstmals gute Fakten für eine klare Differenzierung des Formenkreises von *Najas marina* s.l. durch Karyotyp-Analysen in Verbindung mit morphometrischen Daten erarbeitet. Er konnte innerhalb der Sippe von *Najas marina* s.l. zwei signifikant verschiedene Karyotypen unterscheiden, wobei der Karyotyp A streng mit großblättrigen Formen (Blattlänge 16–31 mm, Blattbreite ohne Stacheln 1,1–1,5 mm) und der Karyotyp B mit kleinblättrigen Formen (Blattlänge 7–19 (24) mm, Blattbreite 0,5–0,9 (1,0) mm) korrelierte. Der Karyotyp B zeichnete sich außerdem durch fakultatives Auftreten von akzessorischen Chromosomen aus. Karyotyp A fand VIINIKKA beim Taxon *Najas marina* ssp. *major* (ALL. 1785) VIINIKKA 1976 und Karyotyp B bei *Najas marina* L. var. *marina* (die Varietäten ‚*angustifolia*‘ (A. BRAUN) RENDLE 1899 und ‚*intermedia*‘ (WOLFGANG) ASCHERSON 1864 eingeschlossen). Außerdem stellte er fest, dass im Formenkreis von *Najas marina* s.l. die Zähne der Blätter und des Blattscheidenrandes sehr variabel sind und keine sichere Formendifferenzierung erlauben. Die Bestachelung der Sprossachsen wurde nicht detailliert untersucht, eine Bemerkung weist aber darauf hin, dass die Formen des Karyotyps B tendenziell weniger Stacheln tragen.

CASPER (1979) recherchierte die Geschichte der *Najas*-Taxonomie seit LINNÉ. Daraus leitete er, auch unter Bezugnahme auf VIINIKKA, zwei gültige Subspecies ab: *Najas marina* L. 1753 ssp. *marina* (Syn. *N. marina* ssp. *major* (ALL.) VIINIKKA 1976) und *Najas marina* ssp. *intermedia* (WOLFG. ex GORSKI in EICHWALD 1830). Diese beiden Unterarten sind bei LANG (1967) bereits zutreffend und in Übereinstimmung mit den späteren Arbeiten von VIINIKKA (1976) sowie CASPER (1979) morphologisch charakterisiert. Die bei MARKGRAF (1981) erwähnte Unterart *N. m.* ssp. *brevifolia* RENDLE ist bereits dort unzureichend beschrieben und auch DOLL & PANKOW (1989) lieferten für dieses Taxon keine wirklich nutzbare und durch gründliche Untersuchungen gesicherte Diagnose. Solange das nicht der Fall ist, sollte diese Unterart unberücksichtigt bleiben.

Der Typus aus dem Schollener See entspricht in allen Merkmalen (LANG 1967, CASPER 1979) und auch bei den morphometrischen Daten der Blätter (Tab. 2) eindeutig der Karyotyp-A-Unterart VIINIKKAS und ist daher als *Najas marina* L. ssp. *marina* anzusprechen. Die in Tab. 2 zum Vergleich herangezogene Form aus dem Plessower See entspricht dagegen eindeutig der Diagnose von *Najas marina* ssp. *intermedia* (WOLFG. ex GORSKI in EICHWALD 1830). Die Angabe in der Exkursionsflora von ROTHMALER (JÄGER & WERNER, Bd. 4, 2002), dass bei *N. m.* ssp. *marina* die Blattrücken kaum oder nicht stachelspitzig sind, trifft offenbar nicht zu und sollte gestrichen werden.

2.2 Das Wiederauftauchen von *Najas marina* ssp. *marina* im Schollener See

Im Zeitraum von 1993 bis 2002 wurde im Schollener See ein Monitoring zur Gewässertrophie durchgeführt, um die Entwicklung des Sees nach Extensivierung der Grünlandbewirtschaftung im näheren Einzugsgebiet des Gewässers zu verfolgen. In dieser Zeit verhartete der See in

Tab. 3: Aufnahmen der Submersvegetation im Schollener See am 12.8.2004. Artmächtigkeiten nach BRAUN-BLANQUET, Aufnahmeflächen 16 m², Artnamen: Cer. dem. = *Ceratophyllum demersum*, Naj. mar. = *Najas marina* ssp. *marina*, Pot. ber. = *Potamogeton berchtoldii*, Pot. cri. = *Potamogeton crispus*, Hyd. ret. = *Hydrodictyon reticulatum*, Spir. = *Spirogyra* spec.

Aufn. Nr.	Gauß-Krüger Koordinaten	Gesamtdeckung (%)	Cer. dem.	Naj. mar.	Pot. ber.	Pot. cri.	Hyd. ret.	Spir.
1	4514111-5838180	70	2	1	1	1	3	-
2	4513951-5838110	10	1	+	-	-	2	-
3	4513890-5838053	95	-	+	r	-	5	-
4	4513859-5838018	90	-	-	-	-	5	-
5	4513820-5837982	50	-	-	-	-	3	-
6	4513787-5837963	70	-	-	-	-	2	3
7	4513724-5837898	100	-	-	-	-	5	-
8	4513684-5837850	100	-	-	-	-	5	-
9	4513693-5837780	90	3	3	-	-	4	-
10	4513699-5837712	100	5	1	-	-	2	-
11	4513715-5837609	Vegetation am Grund nicht einsehbar						
12	4513613-5837457	100	2	-	-	-	5	-
13	4513634-5837855	70	+	3	+	-	4	-
14	4513546-5837946	10	-	-	-	-	2	-
15	4513497-5837964	90	r	4	-	-	4	-
16	4513428-5837979	90	r	3	-	r	4	-
17	4513345-5837994	90	-	3	r	-	3	-
18	4513379-5838035	0	-	-	-	-	-	-
19	4513423-5838088	100	-	-	-	-	5	-
20	4513432-5838185	50	-	-	-	-	1	3
21	4513371-5838251	50	-	-	-	-	3	-
22	4513270-5838298	80	-	r	-	-	4	-
23	4513329-5838344	100	-	-	-	-	5	-
24	4513411-5838323	100	-	-	-	-	5	-
25	4513501-5838212	50	-	-	-	-	1	3
26	4513578-5838139	50	-	-	-	-	2	3
27	4513645-5838116	100	-	-	-	-	1	5
28	4513758-5838170	30	r	-	-	-	1	3
29	4513809-5838240	100	r	-	-	-	5	-
30	4513903-5838166	60	-	-	-	-	4	-
31	4513969-5838228	100	-	-	-	-	5	-
32	4514024-5838174	90	2	-	-	-	4	-
33	4514075-5838188	100	2	-	-	r	4	-
34	4514130-5838200	70	3	-	1	-	2	-
35	4514161-5838211	60	2	-	2	2	3	-

einem nahezu konstanten hypertrophen Zustand mit sehr starker Trübung durch Phytoplankton (Trophieindex nach LAWA 1998: 4,6 = schwach hypertroph). Als Besonderheit im Vergleich zu anderen Flachseen gleicher Trophiestufe wies dieser See eine überdurchschnittlich hohe stehende Phytoplanktonbiomasse im Verhältnis zum zur Verfügung stehenden Phosphor auf (mittl. sommerliches Chlorophyll/Gesamt-P-Verhältnis: $0,66 \pm 0,37$; zum Vergleich Chlorophyll/Gesamt-P in der Datenbasis des LAWA-Index-Systems: 0,32–0,36, poly- bis hypertropher Bereich). Diese sehr hohe Phytoplanktondichte, die die Sichttiefe auf 20–80 cm (Me-

dian = 40 cm) verringerte, verhinderte jegliche Ansiedlung submerser Makrophyten. So konnte während des Monitorings im Zeitraum 1992–2002 keine einzige Unterwasserpflanze, auch nicht angeschwemmt am Ufer, entdeckt werden, obwohl der See monatlich, gelegentlich auch flächendeckend, mit dem Boot befahren wurde.

Während der Hochwasserkatastrophe in der Elbe im Sommer 2002 wurde der See am 20. bis 23. August während einer sehr heißen Wetterperiode aus der Havelniederung heraus überflutet. Diese Flutung erfolgte gesteuert, um die Wasserstandsspitze der zu dieser Zeit die Havelmündung passierenden Hochwasserwelle in der Elbe zu kappen. In der Sommerhitze war der gelöste Sauerstoff im Flutwasser aufgrund der einsetzenden Fäulnisprozesse in der überfluteten Vegetation schnell aufgebraucht (BUCHTA 2002). Dementsprechend wurde im Schollener See zur Zeit der Hochwasserrückzugsphase am 6.9.02 eine von der Wasseroberfläche bis zum Grund gemittelte Sauerstoffkonzentration von 1,3 mg/l gemessen (KNÖSCHE, unveröff.). Das führte bei den hochsommerlichen Temperaturen zur nahezu vollständigen Auslöschung des Fischbestandes. Nach eigenen augenscheinlichen Beobachtungen setzte die Wiederbesiedlung aus der Havel heraus erst im Laufe des Jahres 2004 langsam wieder ein. Diese Verzögerung ergab sich, weil auch in der gesamten unteren Havelniederung die Fischbestände in gleicher Weise zugrunde gegangen waren.

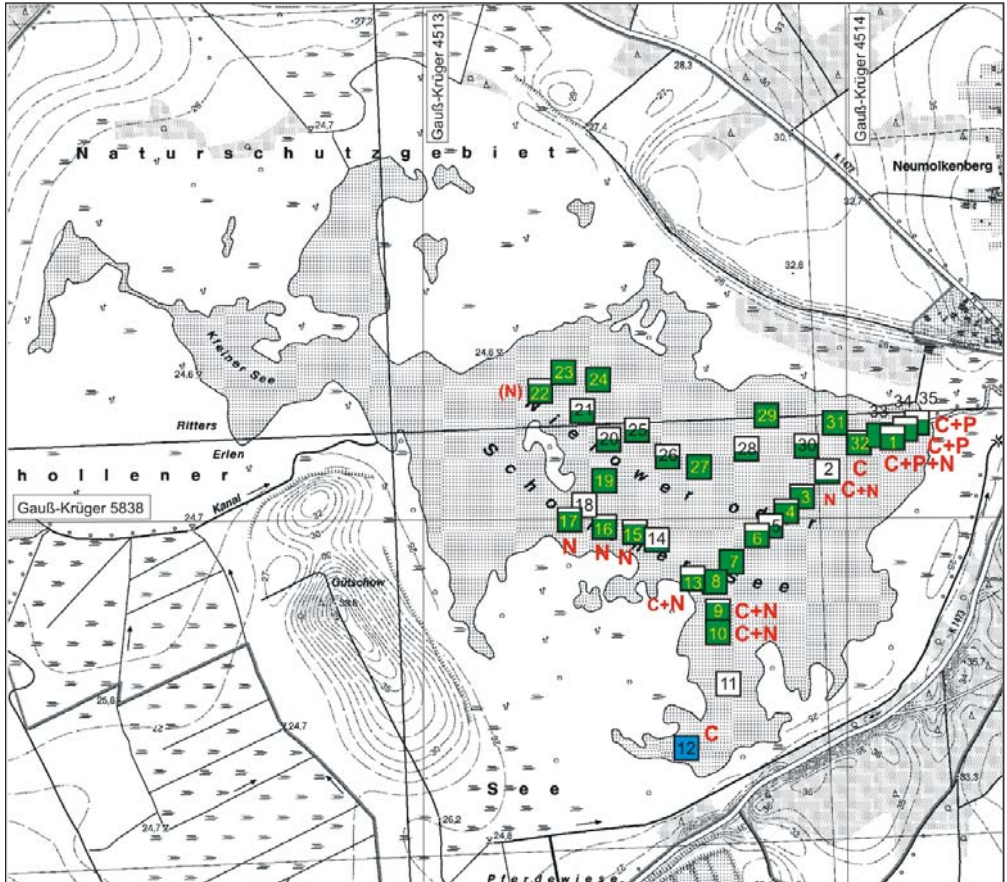
Im Herbst nach der Flutung reagierte der See aufgrund des hohen Nährstoffeintrages noch einmal mit einer kräftigen Phytoplanktonentwicklung (bis 124 µg Chl l⁻¹).

Was sich 2003 ereignete, ist leider unbekannt, da das Monitoring, wie vorgesehen, abgeschlossen war. Aufgrund eines Hinweises durch auf dem See tätige Ornithologen erfuhren wir im Frühjahr 2004, dass der See völlig klar sei. In der Tat zeigte sich der See bei Wiederaufnahme der Untersuchungen am 2.6.2004 so klar, dass bei 1 m Wassertiefe alle Feinstrukturen auf dem Grund bestens erkennbar waren. Die Ursache dieser Entwicklung war ganz sicher der fehlende Fraßdruck durch die Fische auf das Zooplankton und die dadurch ausgelöste starke Vermehrung großer Daphniden (*Daphnia longispina*, bis zu 1.100 Tiere l⁻¹, daneben Cyclopiden mit Naupliuslarven, bis zu 550 Tiere l⁻¹). Die filtrationsstarken Daphniden waren offenbar in der Lage, die Phytoplanktonentwicklung weitgehend zu unterdrücken (vgl. hierzu SCHEFFER et al. 1993, HARGEBY et al. 2004).

In der beschriebenen Klarwasserphase hatten sich beachtliche Bestände von Unterwasserpflanzen angesiedelt, in denen die Arten *Ceratophyllum demersum* L., *Najas marina* ssp. *marina*, *Potamogeton berchtoldii* FIEBER, *Potamogeton crispus* L. und überwiegend am Gewässergrund *Hydrodictyon reticulatum* (L.) LAGERH. sowie *Spirogyra* spec. vertreten waren. Eine vollständige Übersicht von 35 Vegetationsaufnahmen mit GPS-gestützter Lokalisierung enthalten Tab. 3 und Abb. 2.

Schwerpunkt des Vorkommens von *Najas marina* ssp. *marina* war der nord- bis nord-östliche Saum der großen Halbinsel im südlichen Teil des Sees (vgl. Abb. 2). Bei einer länger zurückliegenden Befragung von Herrn Jacobs, einem über Jahrzehnte auf dem See tätigen Fischer, zur Geschichte des Sees berichtete er von größeren Beständen einer sehr stacheligen Unterwasserpflanze, deren Beschreibung zweifelsfrei auf *Najas marina* passt, genau in dieser Seezone. Nach seinen Aussagen existierten diese Bestände Mitte der 60er Jahre etwa nur 3 Jahre lang. Dokumentiert ist das Vorkommen dieser Art im Schollener See außerdem durch ein Belegexemplar aus dem Jahre 1966 (Herbarium von Dr. V. KUMMER, Universität Potsdam, gesammelt vom ehemaligen ortsansässigen Fischer, Herrn SELOFF) und durch HILBIG & REICHHOFF (1974, Vegetationsaufnahmen von 1973). Dagegen erwähnten POTONIE (1937) und HORST et al. (1966) *Najas* in ihren Arbeiten über den Schollener See nicht. Offensichtlich tauchte diese Art sporadisch, abhängig von den jeweiligen Bedingungen im See, immer wieder einmal auf.

Abb. 2: Aufnahme der Submersvegetation im Schollener See am 12.8.2004 in Aufnahme­flä­chen von 16 m². Grüne Flächenanteile – submerser Gesamtdeckung, blau – Pleustophytendeckung, C: *Ceratophyllum demersum*, P: *Potamogeton spec.*, N: *Najas marina ssp. marina*, Rest: *Hydrodictyon reticulatum*.



Die geschilderten Umstände des gegenwärtigen Wiedererscheinens von *Najas* und die bislang bekannte Geschichte dieser Art im Schollener See führen zu der Vermutung, dass sie sich wahrscheinlich immer wieder aus einer sehr langlebigen Diasporenbank heraus ansiedelt. Gegenwärtig bekannte und dokumentierte Vorkommen von *Najas marina ssp. marina* liegen verhältnismäßig weit entfernt und zerstreut. Das nächste dokumentierte (BENKERT et al. 1996) und durch den Autor bestätigte aktuelle Vorkommen liegt 36 km entfernt im Beetzsee (mehrere angeschwemmte Expl. bei Ketzür, Sept. 2006). Die bei BENKERT et al. (1996) eingetragenen noch näher gelegenen Fundorte im Gülper See und vermutlich Görner See sind zurzeit erloschen. Im Görner See fand der Autor 1997 nur zwei Exemplare auf einer Schlamm­bank im extrem flachen Wasser (10–20 cm tief), 1998 aber schon nicht mehr.

4.3 Einige Anmerkungen zur Autökologie

Die Klarwasserphase des Schollener Sees, in der *Najas m. ssp. marina* auftauchte, war allenfalls nur zum Teil das Ergebnis einer Verringerung des Nährstoffpotenzials. Wie aus Abb. 3 zu ersehen ist, wurde 2004 der im Wasserkörper vorhandene Phosphor nicht in Phytoplanktonbi-

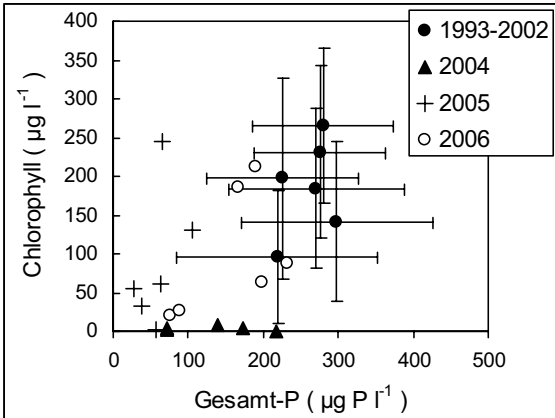


Abb. 3: Gesamt-P und Chlorophyll (Phytoplankton) während der Monitoringphase von 1993–2002, der Klarwasserphase 2004 und in der darauf folgenden Phase der Eintrübung (2005 und 2006) auf Grund der Wiederbesiedlung durch Fische. Die einzelnen Punkte repräsentieren die Monate Mai bis Oktober des jeweiligen Jahres bzw. der Periode von 1993–2002.

omasse umgesetzt. Ursache war der hohe Fraßdruck auf das Phytoplankton durch das stark entwickelte Zooplankton (s.o.). Ein kleiner Teil des aus dem Gewässersediment freigesetzten Phosphates wurde in dieser Klarwasserphase sicher in den submersen Makrophyten gebunden und daher bei der Gesamt-P-Bestimmung nicht mit erfasst. Dass nach wie vor eine hohe Produktivität des Sees vorlag, zeigte sich in der massenhaften Entwicklung von *Hydrodictyon reticulatum* (Tab. 1), das in der Regel den Gewässergrund bedeckte. Dieser Befund ist ein erster Hinweis darauf, dass das Nährstoffpotenzial eines Gewässers für die Besiedlung durch *Najas* primär keine Rolle spielt.

Im Jahr 2005 war *Najas* auch bei gründlicher Suche nicht auffindbar. In diesem Jahr wurde beobachtet, dass durch den Verbindungsgraben zur Havel wieder massenhaft Jungfische in den See einwanderten, die das Zooplankton unterdrückten und so einen besonders guten Umsatz des zur Verfügung stehenden Phosphates in Phytoplanktonbiomasse ermöglichten (hohe Chlorophyllwerte, Abb. 3).

Im Jahr 2006 hatte sich das Gesamt-P/Chlorophyll-Verhältnis zumindest im Hochsommer wieder auf die üblichen Werte von 1993–2002 eingepegelt. Nur im Frühjahr und Frühsommer (Mai und Juni) war die Planktonentwicklung noch schwach (langer Winter und relativ kühles Frühjahr). Bei der Beprobung des Sees wurden Anfang August einige Jungpflanzen von *Najas* gefunden. Das günstige Lichtklima im Wasserkörper während des Frühjahres und Frühsommers hat offenbar für die Entwicklung und das Überleben einiger *Najas*-Pflanzen ausgereicht, denn noch im September wurden mehrere stattliche Pflanzen gefunden, die sich besonders in der obersten Wasserzone ausbreiteten (Abb. 1c). Daraus kann abgeleitet werden, wenn in der ersten Jahresphase das Unterwasserlichtklima noch die Entwicklung von Jungpflanzen erlaubt und die Gewässertiefe gering ist, kann *Najas* durch rasches Wachstum zur Wasseroberfläche offenbar auch eine starke Planktontrübung überwinden.

In der Literatur sind die Standortansprüche der *Najas marina*-Unterarten bei DOLL (1981) und PIETSCH (1981) ausführlich dargelegt. Demnach besiedelt *N. m. ssp. intermedia* oligo- bis mesotrophe Stillgewässer mit Sichttiefen von mindestens 2 m bis zu einer Gewässertiefe von ca. 6 m. *N. m. ssp. marina* siedelt dagegen in besonders sommerwarmen (sehr flachen) eutrophen Stillgewässern mit Sichttiefen $>0,7$ m im sehr flachen Wasser bis zu einer Tiefe von ca. 4 m, oft auch auf Feindetritusmudde. Die Bevorzugung sich stark erwärmender Gewässer beruht sicher zu einem erheblichen Teil auf hohen Wärmeansprüchen bei der Keimung (Keimungsbeginn im Licht bei 20 °C, im Dunkeln bei 12 °C, Keimungsmaximum bei 24 °C - VAN VIERSSEN 1982).

Aus den in dieser Arbeit dargestellten Beobachtungen geht darüber hinaus hervor, dass für *Najas marina* ssp. *marina* zunehmende Produktivität des Gewässers keine direkte Wirkung hat. In hocheutrophen Gewässern ist offenbar nur entscheidend, dass diese Art im Frühjahr/ Frühlingsommer am Gewässergrund noch genügend Licht und Wärme vorfindet, um in dieser Phase schnell die Gewässeroberfläche zu erreichen. Letzteres erfordert natürlich eine Gewässertiefe, die 1 m möglichst nicht übersteigt (maximale Pflanzenhöhe). Diese Eigenschaften würden gut erklären, warum die Art gerade auch in Gewässern im weit fortgeschrittenen Verlandungsstadium auf mächtigen Organomuddeablagerungen siedelt. Diese Gewässer sind ausreichend flach und gut erwärmbar. Sie scheinen auch immer wieder mal Klarwasserzustände aufzuweisen. Vom Görner See, westlich von Friesack, der aus dem bewaldeten Friesacker Ländchen gespeist wird und ansonsten in einer schützenden Torfwanne liegt, berichtet beispielsweise eine fischereifachliche Bonitur (einsehbar im Institut für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow) von einem plötzlich aufgetretenen wasserpflanzenreichen Stadium im Jahre 1952. In diesem See wurden, wie bereits erwähnt, 1997 auf einer Schlammbank vom Autor zwei Exemplare *Najas marina* ssp. *marina* gefunden. Klarwasserstadien in ganz ähnlichen stark verlandeten und organomuddereichen Seen wurden vom Autor z. B. noch im südlichsten Teil des Töpchiner Sees südlich von Königs-Wusterhausen sowie in einem polnischen See, Jez. Dronizki (30 km östlich von Zielona Góra), vorgefunden, allerdings hier ohne *Najas*. Der polnische See war vor 20 Jahren noch extrem planktontrüb. Für die Ausbildung von Klarwasserstadien ist, wie das Beispiel Schollener See zeigt, nicht so sehr die Trophie des Sees entscheidend, sondern vor allem sinkender Fraßdruck der Fische auf das Zooplankton.

5 Zusammenfassung

Najas marina ssp. *marina* ist eine Art, die zurzeit in vielen Seen nur temporär auftritt. Im Schollener See (12 km nördlich von Rathenow) wurde sie in der Vergangenheit mehrfach nachgewiesen und ist dementsprechend als Vorkommen im Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands (BENKERT et al. 1996) eingetragen. Seit dem letzten Nachweis durch HILBIG & REICHHOFF (1974) im Jahre 1973 galt sie in diesem Gewässer als verschollen. Der See war in den 90er Jahren und wahrscheinlich auch in den 80er Jahren aufgrund sehr starker ganzjähriger Planktontrübung vollständig frei von submersen Makrophyten. Während des extremen Elbhochwassers im August 2002 wurden die untere Havelniederung und so auch der Schollener See geflutet. Dieses Ereignis vernichtete nahezu vollständig die Fischbestände in der Havelniederung aufgrund extremer Sauerstoffzehrung. In der Folge entwickelte sich im Schollener See massiv das Zooplankton, was 2004 zu einem ganzjährig anhaltenden Klarwasserzustand mit großen Wasserpflanzenbeständen führte. Darunter hatten sich auch kräftige Bestände von *Najas marina* ssp. *marina*, vorzugsweise in den Gewässerbereichen, wo sie auch früher beobachtet wurde, angesiedelt. Die Bedingungen und Begleitumstände, unter denen sich *Najas* wieder ausgebreitet hatte, lassen eine Entwicklung aus einer alten Samenbank als wahrscheinlich erscheinen. Darüber hinaus zeigte sich, dass diese Art in der Gewässertrophieskala keinesfalls in eutrophen Gewässern ihre Toleranzgrenze findet. Entscheidend ist nur, dass sich das Gewässer gut erwärmt und mindestens in der ersten Hälfte der Vegetationsperiode noch gut bis zum Grund durchlichtet wird. Diese Bedingung können sporadisch auch stark verlandete, organomuddereiche, polytrophe Seen erfüllen.

Eine Literaturrecherche zur Taxonomie von *Najas marina* s.l. ergab, dass z. Z. nur die Unterarten *N. m.* ssp. *marina* und *N. m.* ssp. *intermedia* gut beschrieben und sicher unterscheidbar sind. Die Form im Schollener See erwies sich eindeutig als *N. m.* ssp. *marina*.

Literatur

- ADLER, W.; OSWALD, K. & FISCHER, R. (1994): Exkursionsflora von Österreich. – Wien.
- BENKERT, D.; FUKAREK, F. & KORSCH, H. (1996): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. – Jena.
- BÖHLING, N.; GRIESE, J.; KLEINSTEUBER, A.; LANGE, D.; PHILIPPI, G.; RÖSCH, M.; ROSENBAUER, A.; SEYBOLD, S.; VOGGESBERGER, M.; WITSCHEL, M.; WÖRZ, A.; WOLFF, P. & WULF, F. (1998): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 7 – Stuttgart.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1951): Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde. – Springer, Wien.
- BUCHTA, R. (2002): Hochwasserschutz und Ökologie in der Unteren Havelniederung – Schlussfolgerungen aus dem Elbe-Hochwasser vom August 2002. – Untere Havel – Naturkundliche Berichte aus Altmark und Prignitz (Stendal) **12**: 32–37.
- CASPER, S. J. (1979): Beiträge zur Taxonomie und Chorologie europäischer Wasser- und Sumpfpflanzen 2. Was ist *Najas marina* L.? – Fedd. Repert. (Berlin) **90**: 217–238.
- DOLL, R. (1981): Das ökologisch-soziale Verhalten von *Najas major* s.l. – Limnologica (Berlin) **13**: 473–484.
- DOLL, R. & PANKOW, H. (1989): Die Verbreitung der Sippen der Gattung *Najas* L. in den Nordbezirken der DDR. – Fedd. Repert. (Berlin) **100**: 431–438.
- FRANK, D.; HERDAM, H.; JAGE, H.; JOHN, H.; KISON, H.-U.; KORSCH, H. & STOLLE, J. (2004): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) des Landes Sachsen-Anhalt. – Ber. Landesamt. Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle) **39**: 1–20.
- HAEUPLER, H. & MUER, T. (2000): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Stuttgart.
- HARGEBY, A.; BLINDOW, I. & HANSSON, L.-A. (2004): Shifts between clear and turbid states in a shallow lake: multi-causal stress from climate, nutrients and biotic interactions. – Arch. Hydrobiol. (Stuttgart) **161**: 433–454.
- HAYNES, R. R. (1979): Revision of north and central american *Najas* (Najadaceae). – SIDA contributions to botany (Dallas, Texas) **8** (1): 34–56.
- HILBIG, W. & REICHHOFF, L. (1974): Zur Vegetation und Flora des Naturschutzgebietes „Schollener See“, Kreis Havelberg. – Hercynia N.F. (Leipzig) **11**: 215–232.
- HÖHNE, L. (1995): Entwicklung der Eutrophierung von Spree und Havel im Zeitraum 1955–1990. – Landesumweltamt Brandenburg, Studien und Tagungsberichte Bd. **8** (Die Havel): 33–37.
- HORST, K.; KRAUSCH, H.-D. & MÜLLER-STOLL, W. R. (1966): Die Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften im Elb-Havel-Winkel. – Limnologica (Berlin) **4**: 101–163.
- JÄGER, E. J. & WERNER, K. (2002): Exkursionsflora von Deutschland (begründet von W. Rothmaler). Bd. 4. – Berlin.
- KLOSE, H. (1995): Die Eutrophierung der Havel und ihr bestimmender Einfluß auf Ökosystem und Nutzungen. – Landesumweltamt Brandenburg, Studien und Tagungsberichte Bd. **8** (Die Havel): 16–32.
- KUMMER, J.; MÜLLER, M. & STEIN, H. (1973): Zur Avifauna des Schollener Sees und seiner Umgebung. – Naturk. Jber. Mus. Heineanum (Halberstadt) **VIII**: 31–77.
- LANG, G. (1967): Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. – Arch. Hydrobiol. (Stuttgart) Suppl. **XXXII**: 437–574.
- LANG, G. (1973): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. – Pflanzensoziologie (Jena) **17**.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1998) [1999]: Gewässerbewertung – stehende Gewässer, Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. – Schwerin.
- MARKGRAF, F. (1981): Familie Najadaceae, Nixenkräuter. In: HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. I, Teil 2: S. 250–258.
- PIETSCH, W. (1981): Zur Bioindikation *Najas marina* L. s. l.- und *Hydrilla verticillata* (L. fil.) ROYLE -reicher Gewässer Mitteleuropas. – Fedd. Repert. (Berlin) **92**: 125–173.
- POTONIE, R. (1937): Über die Heilschlamm-(Gyttja-)Lagerstätte des Schollener Sees bei Rathenow, nebst allgemeinen Bemerkungen über Saprolithe und Erdölentstehung. – Jahrbuch d. Preußischen Geol. Landesanstalt zu Berlin (Berlin) **58**: 362–392.
- RUTTER, S.; ELLMANN, H.; ROWINSKY, V. & KNÖSCHE, R. (1993): Studie zu Verhandlungsproblemen des Schollener Sees, 2. Etappe. – Naturschutzstation Ferchels, unveröff.
- SCHAEFFER, M.; HOSPER, S. H.; MEIJER, M.-L.; MOSS, B. & JEPPESEN, E. (1993): Alternative equilibria in shallow lakes. – TREE (Berlin) **8**: 275–278.
- TÄUSCHER, L. (1994): Hydrobotanische und ökologische Untersuchungen an und in Gewässern des nördlichen Elb-Havel-Winkels. – Untere Havel – Naturkundliche Berichte (Stendal) **3**: 6–13.
- TÄUSCHER, L. (1996): Hydrobotanische und ökologische Untersuchungen an und in Gewässern des nördlichen Elb-Havel-Winkels. – Untere Havel – Naturkundliche Berichte (Stendal) **5**: 31–37.
- TÄUSCHER, L. (1998): Veränderungen der Phytoplankton-Artenstruktur und Wiederbesiedlung des Kamernschen Sees (Elb-Havel-Winkel) mit submersen Makrophyten als Zeichen einer Reoligotrophierung. – Untere Havel – Naturkundliche Berichte (Stendal) **8**: 35–38.
- VAN VIERSSEN, W. (1982): Some notes on the germination of seeds of *Najas marina* L. – Aquatic Botany (Amsterdam) **12**: 201–203.

VIINIKKA, Y. (1976): *Najas marina* L. (Najadaceae). Karyotypes, cultivation and morphological variation. – Ann. Bot. Fennici (Helsinki) **13**: 119–131.

Anschrift des Autors

Dr. Rüdiger Knösche

Weißdornweg 4

D-14469 Potsdam

E-Mail: rknoe@uni-potsdam.de