

Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg

Beiträge zu Ökologie, Natur- und Gewässerschutz

18. Jahrgang

Heft 3, 2009

Impressum

Herausgeber: Landesumweltamt Brandenburg (LUA)

Schriftleitung: LUA, Abt. Ökologie, Naturschutz, Wasser; Service
Dr. Matthias Hille
Angela Hinzmann

Beirat: Thomas Avermann
Dr. Martin Flade
Dr. Lothar Kalbe
Dr. Bärbel Litzbarski
Dr. Annemarie Schaepe
Dr. Thomas Schoknecht
Dr. Frank Zimmermann

Anschrift: LUA, Schriftleitung NundLBbg
Seeburger Chaussee 2
14476 Potsdam
OT Groß Glienicke
Tel. 033 201/442 136
E-Mail: angela.hinzmann@lua.brandenburg.de

ISSN: 0942-9328

Es werden nur Originalbeiträge veröffentlicht. Autoren werden gebeten, die Manuskripttrichtlinien, die bei der Schriftleitung zu erhalten sind, zu berücksichtigen. Zwei Jahre nach Erscheinen der gedruckten Beiträge werden sie ins Internet gestellt. Alle Artikel und Abbildungen der Zeitschrift unterliegen dem Urheberrecht. Die Vervielfältigung der Karten erfolgt mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Brandenburg (GB-G 1/99). Namentlich gezeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

Redaktionsschluss: 14.10.2009

Layout/ Druck/ Versand: Osthavelland-Druck Velten GmbH
Luisenstraße 45
16727 Velten
Tel.: 0 33 04 / 3 97 40
Fax: 0 33 04 / 56 20 39

Bezugsbedingungen:

Bezugspreis im Abonnement: 4 Hefte – 12,00 Euro pro Jahrgang, Einzelheft 5,00 Euro. Die Einzelpreise der Hefte mit Roten Listen sowie der thematischen Hefte werden gesondert festgelegt. Bestellungen sind an Osthavelland-Druck Velten GmbH zu richten. Diese Zeitschrift ist auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Titelbild: Allee vom Wilhelmshorst nach Langerwisch

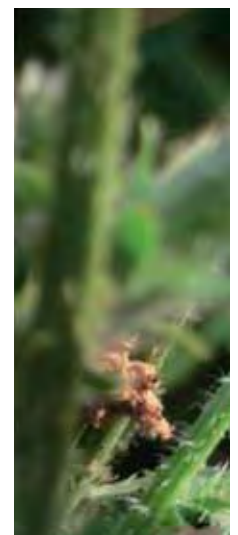
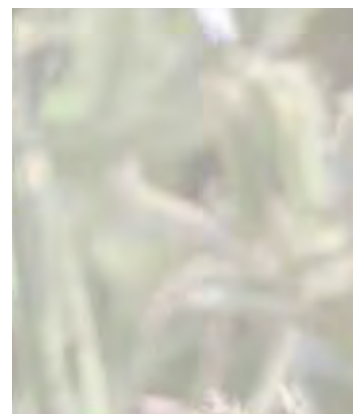
Foto: Gordon Bleil

Rücktitel: Herbstgold

Foto: Thomas Schoknecht

Inhaltsverzeichnis

FRANK KIRSCHBAUM, FRANK FREDRICH, PATRICK WILLIOT, JÖRN GESSNER Wiedereinbürgerung des Europäischen Störs, <i>Acipenser sturio</i> , in Deutschland – Vorbereitende Maßnahmen und erster Besatz	76
JÜRGEN PETERS, SUSANNE HEMPP, INES DUNCKER, SOLVEIG OPFERMANN, KATJA GLANTE unter Mitarbeit von Vera Luthardt und Jens Möller Der „Aktionsplan Alleén“ für den Landkreis Barnim	83
KLAUS VAN DE WEYER, JÜRGEN NEUMANN, WERNER PIETSCH, JENS PÄZOLT, PATRICK TIGGES Die Makrophyten des Senftenberger Sees	88
KLEINE BEITRÄGE	
Gemeine Wegwarte (<i>Cichorium intybus</i> L.) – Blume des Jahres 2009	74
Hinweise zur Durchführung der Strategischen Umweltprüfung (nicht nur) für die Landschaftsrahmenplanung – ein neuer Leitfaden von Praktikern für Praktiker	96
150 Jahre Botanischer Verein von Berlin und Brandenburg	99
RECHTS- UND VERWALTUNGSVORSCHRIFTEN	102
PERSÖNLICHES	103
KLEINE MITTEILUNGEN	103
TAGUNGEN	108
IM MINISTERIUM / LANDESUMWELTAMT NEU ERSCHIENEN	109
LITERATURSCHAU	110



NACH MEHR ALS ZEHNJÄHRIGEN, INTENSIVEN VORARBEITEN HAT EIN ERSTER BESATZ DES EHEMALS IN DEUTSCHLAND HEIMISCHEN EUROPÄISCHEN STÖRS (*Acipenser sturio*) IN DER ELBE BEI LENZEN IM SEPTEMBER 2008 STATTFUNDEN.

FRANK KIRSCHBAUM, FRANK FREDRICH, PATRICK WILLIOT, JÖRN GESSNER

Wiedereinbürgerung des Europäischen Störs (*Acipenser sturio*) in Deutschland – Vorbereitende Maßnahmen und erster Besatz

Schlagwörter: Europäischer Stör, Wiedereinbürgerung, Genetik, Zuchtgruppe, experimenteller Besatz, Telemetrie, Gonadenreifung

Zusammenfassung

Der Europäische Stör (*Acipenser sturio*) war bis zum Ende des 19. Jahrhunderts in allen größeren Flüssen Norddeutschlands, insbesondere der Elbe, verbreitet. Hauptgründe für den ab 1890 einsetzenden drastischen Rückgang lagen in Überfischung, Gewässerverschmutzung und Gewässerverbauung. Die letzte Population Deutschlands lebte in der Eider, der letzte Stör wurde dort 1969 gefangen. Bis Ende der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts hielten Politiker und Ökologen die Wiedereinbürgerung des Störs für unrealistisch. Vor allem aufgrund der veränderten Situation infolge der deutschen Wiedervereinigung wurde durch gemeinsame Aktivitäten von Fischzüchtern und Wissenschaftlern 1994 die „Gesellschaft zur Rettung des Störs e.V.“ gegründet, um die nationale Koordination von Wiedereinbürgerungsmaßnahmen zu übernehmen. 1996 wurde ein Forschungsvorhaben zur Arterhaltung durch die Unterstützung des Bundesamtes für Naturschutz initiiert. Eine erste Maßnahme

umfasste den Aufbau einer ex-situ-Population. Dazu wurden 40 juvenile *A. sturio* einer künstlichen Vermehrung (1995) der französischen Cemagref für den Aufbau eines Laichfischbestandes an das Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei in Berlin gebracht. Molekulargenetische Untersuchungen ergaben, dass die Störe der Art *Acipenser sturio* für eine Wiedereinbürgerung im deutschen Einzugsgebiet der Nordsee geeignet sind. Eine erste Reifung konnte bei diesen Stören 2005 beobachtet werden. Der französischen Arbeitsgruppe gelang 2007 die erste erfolgreiche, künstliche Vermehrung von Stören aus dem Laichfischbestand. Ein Teil dieser Fische wurde im Rahmen einer kooperativen Vereinbarung nach Deutschland transportiert und war die Basis des ersten experimentellen Besatzes (51 Juvenile) in der Elbe am 4. September 2008. Einer der ausgesetzten Störe war mit einem Ultraschallsender versehen und lieferte erste Rückschlüsse über das Wanderverhalten der Störe vom Besatzort bei Lenzen (Elbe-km 485) bis in den Hamburger Hafen (Elbe-km 608.5).

1 Historische Verbreitung

Störe werden sehr alt, der Europäische Stör zum Beispiel erreichte bei einem Alter von etwa 60 Jahren Größen von über vier Metern Länge und 400 kg Gewicht. Die Geschlechtsreife tritt bei den meisten Stören erst nach 10 bis 20 Jahren ein, abhängig von Art, geographischer Verbreitung und Geschlecht (HOLCIK et al. 1989). Während des Lebenszyklus werden eine Reihe verschiedener Habitate, vom Mittellauf der Flüsse bis zu den Schelfgebieten der Meere, genutzt. Störe sind daher sehr empfindlich gegenüber anthropogenen Einflüssen wie Gewässerverbauung und Habitatzerstörung; ihre langen Generationszyklen und die zeitlich eng begrenzten Wanderungen bedingen ihre Sensitivität gegenüber der Fischerei (ROCHARD et al. 1990; BEAMESDERFER & FARR 1997). Dies erklärt, warum fast alle 27 Arten vom Aussterben bedroht sind (BIRSTEIN et al. 1997).

Das Vorkommen von *Acipenser sturio* wurde im Schwarzen Meer, dem Mittelmeer und dem östlichen Nordatlantik, der Nordsee, der Ostsee und dem Weißen Meer beschrieben (HOLCIK et al. 1989). Bereits während des 19. und 20. Jahrhunderts nahmen die Bestände in seinem gesamten Verbreitungsgebiet jedoch dramatisch ab (ELVIRA et al. 2000). Mittlerweile ist das einzig bestätigte Restvorkommen auf die Gironde-Dordogne-Garonne in Frankreich beschränkt (LEPAGE & ROCHARD 1995).

Am Bestand der Elbe, als dem wichtigsten deutschen Störfluss, ist dieser Rückgang besonders deutlich zu erkennen. Nach 20 Jahren hoher Erträge war ab 1889 eine Abnahme der Jahreserträge gegenüber den Vorjahren um bis zu 50 % zu beobachten. Ursachen für den Rückgang waren Überfischung, Gewässerverschmutzung und Gewässerverbauung. Durch den intensiven Fang von Laichfischen, aber aufgrund unzureichender Schonmaße (EHRENBAUM 1913), auch von Juvenilen, wurde der Störbestand zudem stark dezimiert. Der Bau des Hamburger Hafens im Stromspaltungsgebiet und der Ausbau der Norderelbe zum Hauptarm vernichtete wichtige Laichplätze, z.B. auf dem Köhlbrandt. Die Baggerarbeiten zur Vertiefung der Fahrinne führten im Unterlauf der Elbe zu einer Ausdehnung des Brackwasserbereiches und einer Ausdehnung des Salzwassereinstroms im bodennahen Bereich bis in die Gegend um Glück-

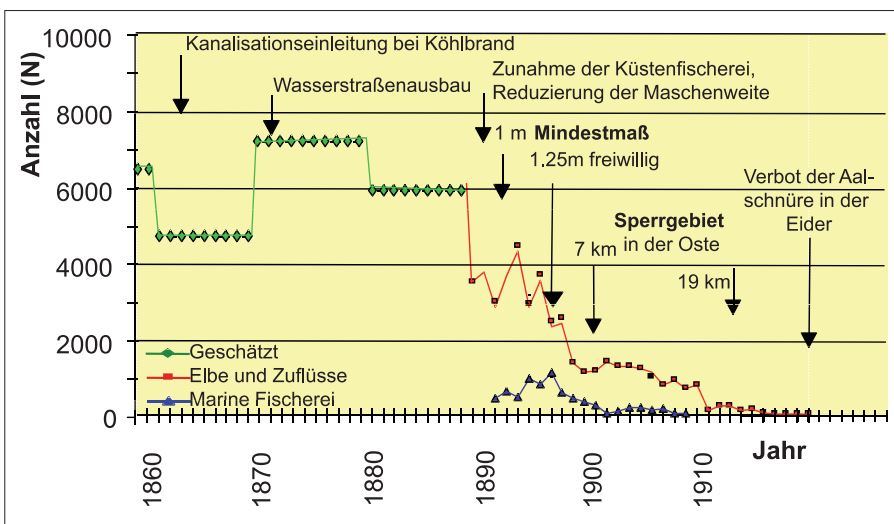


Abb. 1

Rückgang der Stör-Erträge in Individuen mit einem mittleren Gewicht von 40-60 kg in der Elbe und ihren Nebenflüssen sowie in der Meeresfischerei zwischen 1860 und 1920; mit Pfeilen markiert sind wichtige Einflussfaktoren und Schonmaßnahmen, wie 1862 der Beginn der zentralisierten Kanalisationseinleitungen (ungeklärt) bei Köhlbrand, 1872 Intensivierung des Wasserstraßenausbaus, z.B. durch Verlagerung des Hauptstroms der Elbe bei Hamburg von der Süder- zur Norderelbe und nachfolgenden Ausbau des Hafens, 1888 Intensivierung der Störfischerei vor der Elbmündung und Reduktion der Maschenweiten der Netze von 36 auf 25 cm, freiwillige Festsetzung von Mindestmaßen 1889 auf 100 cm und 1905 auf 125 cm, die Einrichtung erster Schongebiete in der Oste 1900 und 1915 sowie das Verbot von Aalschnüren 1918 in der Eider.

stadt (KAUSCH 1996). So gingen historisch wichtige Laichplätze im Bereich Brunsbüttel schon früh verloren (QUANTZ 1903). Aber auch die Zunahme und zentralisierte Einleitung der ungereinigten Abwasserfrachten der Stadt und ihrer Industriebetriebe führten in den Sommermonaten – der Hauptlaichzeit der Störe in der Elbe – um die Jahrhundertwende bereits zu sauerstofffreien Zonen im Bereich des Mühlenberger Lochs (BONNE 1905). Infolge der Überfischung und der Rekrutierungsausfälle brach der Bestand letztlich innerhalb von ca. 20 Jahren fast vollständig zusammen (Abb. 1). Auch in den anderen Flüssen vollzogen sich vergleichbare, wenn auch in ihren Ursachen unterschiedliche Bestandsrückgänge. Ein gutes Beispiel dafür ist die Eider, in der bis in die 30er Jahre des vorigen Jahrhunderts natürliche Reproduktionen stattfanden, und erst der Bau von Wanderhindernissen den Bestand vernichtete (KIRSCHBAUM & GESSNER 2002). Eine letzte, isolierte Reproduktion in deutschen Gewässern fand 1957 in der Oste, einem Nebenfluss der Elbe, statt; dies wurde durch den Fang von Jungfischen belegt (GAUMERT & KÄMMEREIT 1993). In den letzten zwei Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts gab es nur noch vereinzelte Fänge von *A. sturio* in Norddeutschland. Der letzte große Stör in deutschen Gewässern wurde 1993 vor Helgoland gefangen (ARNDT et al. 2000). Der Europäische Stör gehört heute international gesehen zu den am strengsten geschützten Fischarten der Welt. Als Art, die nach dem CITES-Abkommen (Konvention zum Internationalen Handel mit gefährdeten Arten) im Anhang I geführt wird, ist neben ihrer Einfuhr auch ihre Haltung durch die ausführenden Behörden genehmigungspflichtig. Die kommerzielle Haltung und Aufzucht ist nur mit Ausnahmegenehmigung zugelassen.

2 Beginn der Wiedereinbürgerungsmaßnahmen

Bis 1990 waren aktive Maßnahmen zum Erhalt eines „lebenden Fossils“ wie des Störs noch nicht ins allgemeine Gedankengut eingegangen. Das Aussterben der Art wurde in der Fischereiforschung als Tribut an den Fortschritt gesehen. So formulierten NELLEN et al. (1994): „Eine Einschränkung der Fänge in der Nordsee, um die Art zu schützen (und ihr Überleben zu sichern) ist nicht zu rechtfertigen“.

International hatte sich die Bereitschaft zum Schutz der Umwelt, für Restaurierungs- und Wiedereinbürgerungsprogramme zu diesem Zeitpunkt bereits Bahn gebrochen. Aus diesem Wandel in der politischen Meinungsbildung resultierte eine Reihe von internationalen Vereinbarungen zum Schutz gefährdeter und vom Aussterben bedrohter Arten (z.B. die Washington Konvention zum Schutz gefährdeter Arten im Handel, die Bern-Konvention und die Bonn-Konvention zum Schutz von wandernden Arten). Im Verlauf der Umsetzungen führten diese

vom Artenschutz zum Schutz der Habitate für bedrohte Arten (Richtlinie 92/93 EWG, Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie). Schließlich wurde der Ansatz des Schutzkonzeptes für die Habitate weiter zu einem integrierten Ansatz des Flusseinzugsgebietsmanagements entwickelt, der in der EU-Wasserrahmenrichtlinie seinen Ausdruck findet.

Die positive Einstellung gegenüber Arterhaltungsmaßnahmen für *Acipenser sturio* in Deutschland (KIRSCHBAUM & GESSNER 2000) war ein Resultat der Veränderungen, die die deutsche Wiedervereinigung mit sich brachte und die die politischen Voraussetzungen für die Arbeiten an Elbe und Oder erst geschaffen hatte. Die drastischen positiven Umweltveränderungen, die mit dem Zusammenbruch der DDR-Industrie einhergingen, ließen dabei neue Perspektiven für die Flüsse sichtbar werden.

Der Wille zur Wiedereinbürgerung des Europäischen Störs erhielt durch die Erfolge bei der Renaturierung kleiner Fließgewässer (BLESS 1985) sowie durch die Arbeiten im Rahmen des „Lachs 2000“-Programms am Rhein (SCHMIDT 1996) und die noch frischen Erfolge des Lachsprogramms an der Elbe (SLL 1998) zusätzlich Schubkraft. Das zunehmende Interesse an der Wiedereinbürgerung von *A. sturio* in Deutschland Anfang der 90er Jahre führte 1994 zur Gründung der „Gesellschaft zur Rettung des Störs (*Acipenser sturio* L.) e.V.“, um die nationalen Aktivitäten zu koordinieren.

1996 wurde durch das Bundesamt für Naturschutz eine Voruntersuchung finanziert, in deren Rahmen die Voraussetzungen für die erfolgreiche Arterhaltung und Wiedereinbürgerung des Störs bestimmt und entsprechende Vorbereitungen getroffen werden sollten. Zeitgleich wurden im Rahmen einer wissenschaftlichen Kooperation zwischen der französischen Forschungsorganisation Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts (Cemagref, Abteilung Ökologie von Ästuaren und diadrome Fische, Bordeaux) und dem Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB, Berlin) juvenile Störe aus künstlicher Vermehrung (WILLIOT et al. 2000) als Ausgangsbasis für den Aufbau eines Laichfischbestandes nach Berlin gebracht. Hier werden die Tiere seitdem aufgezogen. Dieser Transfer legte den Grundstein der Wiedereinbürgerungsmaßnahmen in Deutschland.

3 Genetische Charakterisierung der Bestände

Auf Grund von morphologischen Unterschieden (HOLCIK 2000, ARTYUKHIN & VECSEI 1999) wurde angenommen, dass *A. sturio* verschiedene geographische Rassen aufwies (HOLCIK et al. 1989). Aufgrund der ersten genetischen Untersuchungen von BIRSTEIN et al. (1998) wie auch aus grundsätzlichen Überlegungen heraus wurde daher, basierend v. a. auf Museumsmaterial, eine molekular-genetische Analyse der Ostsee-, Nordsee- und Gironde-Bestände des Europäischen Störs durchgeführt. LUDWIG et al. (2000, 2004) belegten anhand von mitochondrialer DNA (mtDNA), dass es eine große genetische Übereinstimmung zwischen den Stören der Gironde-Population und denen der Nordsee gab. Es ließ sich nur ein mitochondrialer Haplotyp nachweisen. Die Fische aus der Gironde, welche die Basis der deutschen Zuchtgruppe repräsentieren, stellen daher ein geeignetes genetisches Material für die Wiedereinbürgerung in Deutschland dar. Allerdings zeigte die Analyse von Mikrosatelliten, dass die genetische Diversität in dem Bestand zwischen 1823 und 1992 abgenommen hatte, was die Entwicklung geeigneter Reproduktionsstrategien mit dem Ziel eine Erhaltung der maximalen genetischen Heterogenität für den Bestandsaufbau notwendig macht.

4 Aufbau und Entwicklung der französischen Zuchtgruppe (ex-situ-Maßnahme)

Aufgrund der fehlenden Nachweise für das Vorkommen des Störs in Deutschland und in vielen anderen Regionen des ehemaligen Verbreitungsgebietes war früh ersichtlich, dass eine Wiedereinbürgerungsstrategie sich eines Elterntierbestandes in Gefangenschaft bedienen musste. Die Sicherung der verbliebenen Individuen in einem solchen ex-situ-Bestand war denn auch der Schlüssel für die weiteren Bemühungen zur Arterhaltung und Wiedereinbürgerung. Da Tiere nicht aus freier Wildbahn zu beschaffen waren, kam als einzige Möglichkeit für den Aufbau des Bestandes eine Kooperation mit dem französischen Cemagref in Frage.



Abb. 2

Larven von *Acipenser sturio* im Alter von 12 Tagen (ca. 15 mm lang) bei der ersten Nahrungsaufnahme in direkter Ausrichtung gegen den Wasserstrom schwimmend

Foto: F. Kirschbaum



Abb. 3

Etwa 2 cm lange, 37 Tage alte Larve von *Acipenser sturio* Foto: F. Kirschbaum

Das Interesse der französischen Cemagref an der Artenschutzthematik für *A. sturio* entstand Anfang der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts, als der Niedergang der Gironde-Population dramatische Formen anzunehmen begann (ROCHARD et al. 1990, LEPAGE & ROCHARD 1995, WILLIOT et al. 1997). Nach ersten Versuchen der Vermehrung und Aufzucht von *A. baerii* (Sibirischer Stör) zur Etablierung der Störreproduktion wurde seit Beginn der 80er Jahre versucht, laichreife Wildfänge von *A. sturio* kontrolliert zu vermehren, um Besatzmaterial für die Stützung der abnehmenden Freilandpopulation zu gewinnen. Innerhalb einer ca. 15-jährigen Versuchsphase (1981-1995) konnten aber nur 3-mal künstliche Vermehrungen durchgeführt werden. Erst bei der Vermehrung 1995 gelang es auch, ca. 10.000 Larven und Juvenile aufzuziehen (Abb. 3-5). Einige hundert dieser Fische wurden in die französische Zuchtgruppe integriert, die seit Beginn der 90er Jahre aus Wildfängen aufgebaut wurde (WILLIOT et al. 1997, 2000). Tabelle 1 gibt eine Übersicht über den aktuellen Bestand der Zuchtgruppe. Diese umfasst aufgrund früher Widerstände der französischen Regierung gegen ein ex-situ-Programm nur wenige Tiere aus natürlichen Vermehrungen in den 1970er und 1980er Jahren und einen größeren Anteil von Tiere der letzten natür-



Abb. 4

Etwa 15 cm langer, 3 ½ Monate alter Jungfisch von *Acipenser sturio* Foto: F. Kirschbaum

Tabelle 1.: Aktueller Bestand der französischen und deutschen Zuchtgruppen von *Acipenser sturio*

Haltung	Herkunft	Jahrgang	Anzahl der Tiere	Masse
CEMAGREF	Wildfänge	1970-1972	1 (1♂)	36.6 kg
	Wildfänge	1984-1989	7 (1♀+6♂)	10.5-22.4 kg
	Wildfänge	1994	24 (12♀+6♂+6 n.n.)	4.0-18.9 kg
	Wildfänge	1995*	10 (4♀+6♂)	13-24.6 kg
	Wildfänge	?	3 (1♀+1♂+1 n.n.)	20.3-25.5 kg
IGB	Kontrollierte Vermehrung	1995	38 (?)	5.4-17.7 kg
	Kontrollierte Vermehrung	2007	700	150-200 g (Frostfutter) 300-1000 g (Pellets)
	Kontrollierte Vermehrung	2008	400	8-20 g
	Kontrollierte Vermehrung	1995	11 (4♀+7♂)	4.5-10.9 kg
	Kontrollierte Vermehrung	2007	202	120-520 g
	Kontrollierte Vermehrung	2008	1089	15-150g

lichen Vermehrung 1994 sowie der ersten künstlichen Vermehrung von 1995.

Erstmalig konnten 2007 Fische aus dem ex-situ-Bestand in Frankreich vermehrt werden; es gelang, etwa 10.000 Fische aufzuziehen. Über 6.000 Tiere wurden als Besatzmaterial für die Garonne und die Dordogne genutzt, etwa 400 gelangten ins IGB nach Berlin. Sie dienten der Aufstockung der deutschen Zuchtgruppe und mit 50 dieser Fische wurde der erste Besatz in der Elbe im September 2008 durchgeführt. 2008 gelang der französischen Arbeitsgruppe eine weitere Vermehrung (ca. 80.000 Jungfische). Davon wurden 2009 etwa 1.100 Jungfische als Ausgangspunkt für den weiteren Ausbau des zukünftigen Elterntierbestandes und Versuchsbesatz dem Berliner IGB zur Verfügung gestellt.

5 Aufbau und Entwicklung der deutschen Zuchtgruppe

Aus der Vermehrung in 1995 wurden 1996 im Rahmen der Kooperation 40 Juvenile nach Berlin an das IGB transferiert. Es wurde vereinbart, bei der Aufzucht der Tiere in Frankreich und Deutschland unterschiedliche Strategien anzuwenden. In Frankreich wurden die Fische in Salz-, oder Brackwasser gehalten (WILLIOT et al. 2002, 2009), während die Fische am IGB nur in Süßwasser gehalten wurden. Am Cemagref wurden die *A. sturio* bei geringen Lichtintensitäten, bei natürlicher Photoperiode, einer natürlichen Temperaturschwankung von 10 bis 25 °C aufgezogen; die Wägungsintervalle betragen 3 Monate. Am IGB wurden die Fische unter hellem Licht bei natürlicher Photoperiode, aber bei konstanter Temperatur von ca. 20 °C aufgezogen; die Wägungsintervalle betragen 2 bis 4 Wochen. Am IGB wurden verschiedene Futterarten getestet, während am Cemagref im wesentlichen 2 Arten von Garnelen verfüttert wurden (WILLIOT et al. 1997). Die Unterschiede in den Haltungsbedingungen haben bis 2007 nicht zu signifikanten Unterschieden im Wachstum und der Reifung der Tiere geführt. Abb. 5 gibt das Wachstum der Fische der deutschen Zuchtgruppe wieder.

A. sturio erwies sich als ein schwierig zu haltender Fisch, der nicht an Kunstfutter zu gewöhnen war (KIRSCHBAUM et al. 2000, HENSEL et al. 2002, KIRSCHBAUM et al. 2006). Mit dem Naturfutter wurden die Fische über die Jahre hinweg offenbar auch mit Schadstoffen belastet (KIRSCHBAUM et al. 2009), so dass eine relativ hohe Mortalität auftrat. Eine 2005 durchgeführte Biopsie ergab, dass die Männchen schon relative weit entwickelte Testes besaßen, während die meisten Weibchen noch keine weiter entwickelten Gonaden aufwiesen (Tabelle 2).

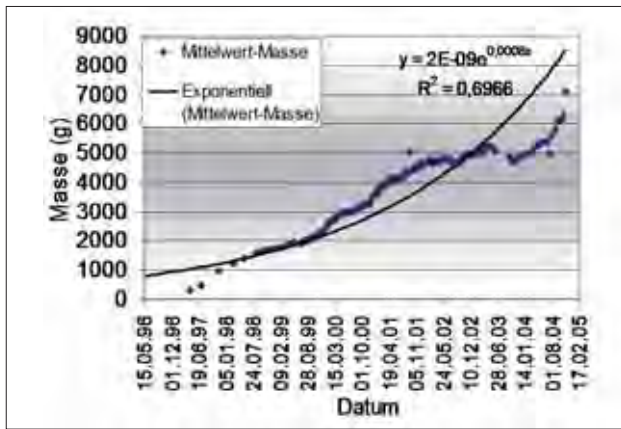


Abb. 5

Durchschnittliches Gewicht der *Acipenser sturio* der deutschen Zuchtgruppe (N= 40 in 1996 und N= 15 in 2005) über einen Zeitraum von ca. 10 Jahren



Abb. 6

Das geschlechtsreife Weibchen (*A. sturio*) (0136- 81EF) am 7. März 2006

Foto: F. Kirschbaum



Abb. 7

Erstes Freisetzen eines *Acipenser sturio* in die Elbe bei Lenzen Foto: H. - L. Acolas



Abb. 8

Der mit einem in die Leibeshöhle implantierten Ultraschallsender versehene *Acipenser sturio* Foto: R. Gros

Tabelle 2.: Gesamtlänge, Gewicht, Geschlecht und Reifezustand der Gonaden bei 11 *Acipenser sturio* (aus künstlicher Vermehrung von 1995) Ende 2005, aufgezogen bei konstanten Temperaturen (20 °C) und natürlicher Photoperiode von Berlin. Reifestadien nach Bruch et al. (2001).

Markierg. No.	Gesamtlänge (cm)	Gewicht (g)	Entwicklungsstadium der Gonaden
Weibchen			
81EF	136	12595	F3-4
1906	127	9133	F1
DDAE	112	7211	F1
2A50	108	5970	F1
F322	101	5235	F1
Männchen			
221C	122	8214	M2
8557	122	7550	M2
DEOC	119	8640	M2
8138	118	6926	M2
6EC8	113	7100	M2
7A59	103	6153	M1

Nur das größte Tier (Abb. 6), ein Weibchen von 136 cm Länge und einem Gewicht von 12.6 kg, zeigte deutliche Reifungsanzeichen. Aufgrund der fehlenden Kapazitäten in der Haltung, konnte mit diesem Weibchen keine künstliche Vermehrung versucht werden. Ende 2008 gab es Anzeichen, dass ein weiteres Weibchen aus dem Bestand eine beginnende Eireifung zeigt.

6 Erster experimenteller Besatz

6.1 Untersuchungen zur Wanderung juveniler *Acipenser sturio* in der Elbe

Am 04.09.2008 wurden 50 *A. sturio* aus der kontrollierten Reproduktion in Frankreich in 2007 mit einem mittleren Individualgewicht von 62 g und 26 cm Gesamtlänge in die Elbe bei Lenzen (Elbe-km 485) ausgesetzt. (Abb. 7) Zur Identifikation in der Fischerei waren die Tiere mit T-Bar Anchor Tags an der Rückenflosse markiert. Einem Tier (35 cm lang; 158 g schwer) wurde zusätzlich eine Ultraschallmarke (Vemco V9-1H R04K, Länge 25mm, Durchmesser 9mm, Lebensdauer 40 Tage, Code 3025) in die Leibeshöhle implantiert (Abb. 8) (Methode s. FREDRICH et al. 2008, 2009).

Am 04.09.2008 wurde der Fisch um 13:07 in einem Buhnenfeld nahe dem Fähranleger Lenzen (Elbe-km 485) ausgesetzt. Zur Ortung des Störs wurde ein vier-direktionales Hydrophon mit einem Receiver verwendet (Abb. 9). Die Ortung des Störs erfolgte zweistufig mit einer Genauigkeit von etwa ± 10 m, um das Verhalten des Fisches nicht zu beeinträchtigen. Die Position wurde mittels eines Lowrance-GPS-Receivers ermittelt. Die angegebenen Wanderstrecken sind Nettodistanzen in longitudinaler Richtung. Eventuelle stromauf gerichtete Bewegungen zwischen den Ortungen sowie Wechsel der Flussseite bleiben hierbei unberücksichtigt.

6.1.1 Wanderverhalten des Störs in der Mittelelbe bis Geesthacht

Der Stör bewegte sich in den ersten zwei Stunden nach dem Aussetzen nur wenig und blieb im Buhnenfeld (km 485). Nachdem er den Besatzort verlassen hatte, konnte er erst gegen 20:00 h bei Elbe-km 502, 17 km unterhalb des Aussetzortes, lokalisiert werden (Abb. 10). Bei der Ortung wanderte der Fisch weiter stromab und erreichte eine Stunde später Elbe-km 506. Von Mitternacht bis zum Morgen (07:20 h) schwamm er mit einer mittleren Geschwindigkeit von 3,5 km/h und wurde um 07:20 h bei Elbe-km 536,9 geortet.

Im Tagesverlauf des 5.9.08 verringerte sich die Wandergeschwindigkeit auf ca. 1,5 km/h, so dass der Fisch um 19:00 h Elbe-km 557 erreichte. Auch in der folgenden Nacht erhöhte sich die Wandergeschwindigkeit nicht. Der Stör wurde morgens (05:54 h) am Elbe-km 573,4 geortet. im Verlauf des 6.9.08 verringerte sich die Geschwindigkeit der Wanderung weiter. Bis 18:25 h schwamm er nur 5,4 km stromab, machte zwischen 18:25 h und 20:35 h sogar eine kurze Bewegung von 200 m stromauf. Danach setzte er aber seine stromab gerichtete Wanderung fort und erreichte um 23:30 h das Wehr in Geesthacht (Elbe km 586), wo er bis 01:21 h oberhalb des Wehres geortet wurde. Nach der Wehrpassage konnte er erst nach der Öffnung der Schleusen am folgenden Tag im Unterwasser des Wehres gesucht werden.



Abb 9

Das speziell für die Telemetrie umgebaute Boot zur Verfolgung der Wanderaktivitäten

Foto: F. Kirschbaum

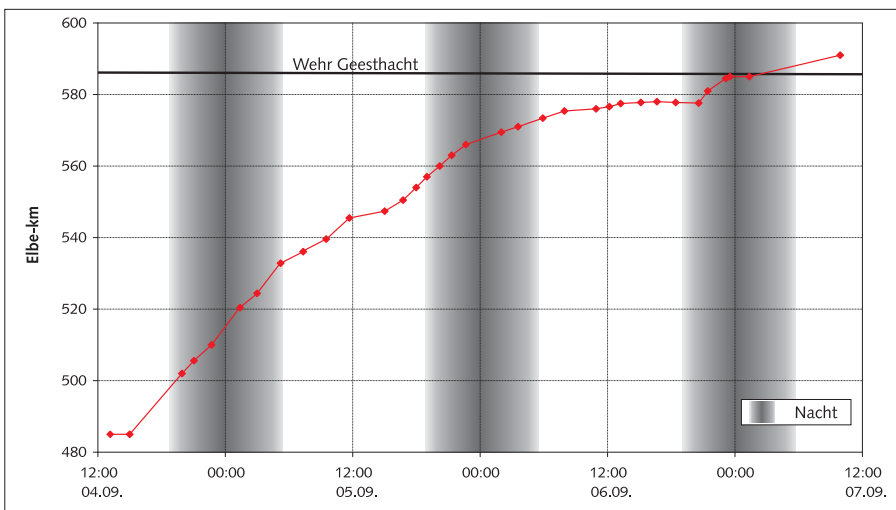


Abb. 10

Wanderbewegungen (rote Linie) des am 04.09.2008 in die Elbe bei Lenzen (Elbe-km 485) ausgesetzten, mit einem Ultraschallsender ausgestatteten Störs, *Acipenser sturio*, in der Mittel-Elbe

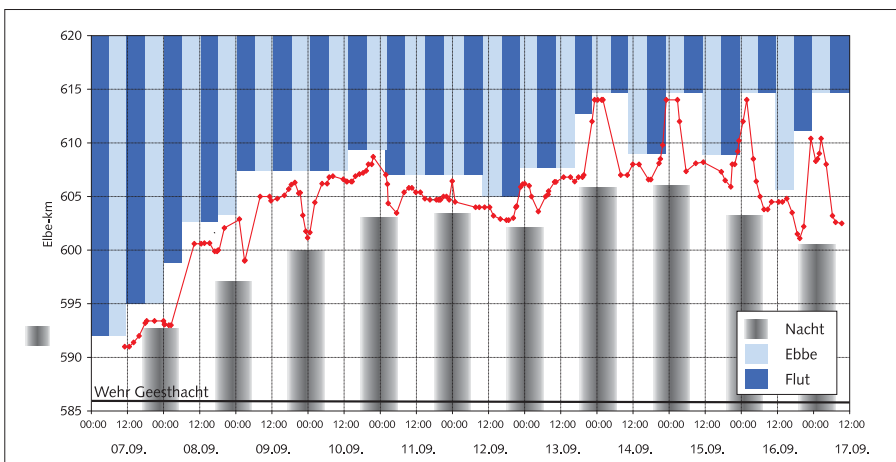


Abb. 11

Wanderbewegungen (rote Linie) des am 04.09.2008 in die Elbe bei Lenzen (Elbe-km 485) ausgesetzten, mit einem Ultraschallsender ausgestatteten Störs, *Acipenser sturio*, in der tidebeeinflussten Elbe von Geesthacht bis in die Süderelbe

6.1.2 Wanderverhalten des Störs in der Tideelbe

Im tidebeeinflussten Bereich der Elbe änderte der Stör sein Bewegungsmuster. Nachdem er nachmittags am 7.9.08 bei Elbe-km 591 geortet wurde, wanderte er in der Abenddämmerung (ablaufendes Wasser?) 2 km stromab und verblieb die gesamte Nacht bei Elbe-km 593, in einem etwa 100 m langen Elbabschnitt (Abb. 11).

Hier war er aber die ganze Nacht über aktiv und wechselte mehrfach die Flusseite. Mit einsetzender Ebbe bewegte er sich am nächsten Morgen etwa 8 km stromab. Unabhängig vom Tidestrom blieb der Stör am Tage in diesem Flussabschnitt, wechselte aber mehrmals seinen Standort kleinräumig. Mit Beginn der Abenddämmerung, zum Ende der Flut wanderte er 1 km stromauf. Mit Beginn der Ebbe begann wiederum eine stromab gerichtete Wanderung, die bei km 603 endete, um bei einsetzender Flut wieder mit der Strömung 4,5 km stromauf zu ziehen. Dieser Wechsel der vornehmlich nächtlichen Wanderungen stromab mit dem Ebbstrom und stromauf mit dem Flutstrom bei relativer Konstanz des genutzten Flussabschnitts hielt über 5 Tage an. Erst am Morgen des 13.9.08 wanderte der Stör aus seinem Hauptaufenthaltsbereich im Laufe des Tages langsam bis Elbe-km 607 stromab. Mit beginnender Nacht und Ebbe bewegte er sich durch die Süderelbe zügig stromab in das Hafengebiet. Aus Sicherheitsgründen wurde die Ortung um 23:14 h oberhalb der Süderelbrücke unterbrochen. Mit einsetzender Flut kam der Stör um 01:33 h Uhr zurück und wanderte schnell stromauf bis in das Stromteilungsgebiet (km 608), das er gegen 08:00 h erreichte. In diesem Stromabschnitt blieb der Stör den ganzen Tag zwischen Elbe-km 607 und 608. Die Bewegungen an den folgenden Tagen verliefen nach dem gleichen Muster, allerdings führte die Wanderung den Fisch in den Tagen bis zum 20.9.08 zum Elbe-km 601 stromauf. Danach musste die Ortung aus technischen Gründen für 3 Tage unterbrochen werden. Nach der Unterbrechung war der Fisch nicht mehr zu orten. Empfängerbojen sowohl am Eingang in den Hafen bei den Süderelbrücken wie auch stromab des Hamburger Hafens bei Wedel zeichneten in den folgenden Monaten keine Signale auf. Das bedeutet aber nicht zwangsläufig, dass der Stör den Bereich nicht passiert hat, da die Reichweite der Sender nicht ausreicht, um die gesamte Breite der Elbe in diesem Gebiet sicher abzudecken. Da in den Hafenbecken zu dieser Zeit kein Sauerstoffmangel registriert wurde (in 10 m Tiefe betrug der Sauerstoffgehalt 9,26 mg/l bei 14,1 °C), könnte der Stör sich auch in weniger durchströmte Hafengebiete zur Nahrungsaufnahme zurückgezogen haben.

6.2 Schlussfolgerungen

Das Wanderverhalten der Störe wird offensichtlich durch den Tag-Nacht-Rhythmus und die Strömungsgeschwindigkeit maßgeblich beeinflusst, auch wenn in der Mit-

telbe oberhalb von Geesthacht die Tag-Nacht-Rhythmik, die bei Untersuchungen an *A. oxyrinchus* im Odereinzugsgebiet nachgewiesen wurde (FREDRICH et al. 2008), nur bedingt erkennbar war. Zwar wurden in den ersten beiden Nächten größere Geschwindigkeiten bei der stromab gerichteten Wanderung beobachtet als an den folgenden Tagen, aber die Wandergeschwindigkeit könnte auch von der Abflussgeschwindigkeit bestimmt sein, die mit Annäherung an das Wehr in Geesthacht kleiner wird.

Im tidebeeinflussten Elbeabschnitt ist sowohl der Einfluss des Tag-Nacht-Wechsels als auch der Tideströmung gut erkennbar. Tagsüber wanderte der Stör unabhängig vom Tidestrom nur sehr kurze Distanzen in longitudinaler Richtung. Dennoch war der Fisch aktiv und hat sich in einem kurzen Stromabschnitt bewegt. Dabei hielt er sich in Abschnitten mit Wassertiefen von 4 bis 8 m auf. Seltener wurde er in flacheren Bereichen (bis 3 m) oder ufernah angetroffen. Bei Dunkelheit wanderte der Stör größere Distanzen in longitudinaler Richtung immer mit der Strömung. Also bei Flut stromauf und bei Ebbe stromab. Diese Wanderungen begannen oft bereits in der Phase des Tidestromwechsels. Die größten Wandergeschwindigkeiten des Störs lagen bei etwa 1 m/min bzw. 3,6 km/h. Die genutzten Wassertiefen bei den Wanderungen entsprachen denen in den stationären Phasen. In folgenden Versuchen wird es notwendig sein, das Verhalten der Störe bei der Hafepassage und die Einflussfaktoren darauf detailliert zu untersuchen. Ziel ist es, über den Einfluss des Sauerstoffmangels auf die Nutzung der Hafengebiete und die Hafepassage Aufschluss zu erhalten.

7 Perspektive

Die Grundlage der weiteren Arbeiten stellen die Reproduktionen aus den ex-situ-Beständen in Frankreich und Deutschland dar. Um den Elterntierbestand in Deutschland zu stabilisieren, werden die französischen Nachzuchten aus Jahren 2007 und 2008 und die der Folgejahre langfristig integriert, um die Individuenzahl zu erhöhen und die genetische Variabilität trotz der starken Einschränkungen in der aktuellen Restpopulation zu optimieren.

7.1 Entwicklung des deutschen ex-situ-Bestandes

7.1.1 Optimierung der Gonadenreifung bei den verbliebenen Tieren der 1995er Reproduktion

Um die ersten Reproduktionen aus dem Elterntierbestand in Gefangenschaft realisieren zu können, werden seit 3 Jahren Winterungszyklen für die Temperatur und die Photoperiode realisiert, optimalerweise in der Art, die im französischen Bestand die Synchronisation der Reifung induzierte und künstliche Vermehrung in den Jahren 2007/2008 erlaubte. Nach dem Weibchen, das 2005 als erstes Tier des 1995er

Jahrgangs eine fortgeschrittene Eientwicklung zeigte, ist bisher nur bei einem Weibchen der Beginn der Vitellogenese beobachtet worden.

7.1.2 Integration der Nachzuchten aus den Jahren 2007/2008 und den Folgejahren

Ein Teil der französischen Nachzuchten der Jahre 2007/2008 wird in die deutsche Zuchtgruppe integriert werden. Wichtige Voraussetzungen dafür sind die Verbesserung der Nahrungsversorgung der Jungfische durch die Entwicklung und die Umstellung der Tiere auf ein artspezifisches Vollfutter, da eine langfristige Fütterung mit Naturfutter zu kostenaufwendig und zu schwierig ist.

7.1.3 Zuchtplan

Eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreichen weiteren Arbeiten mit dem Laichfischbestand und dessen kontrollierter Vermehrung ist die derzeit in Kooperation mit der Universität Potsdam laufende genetische Charakterisierung der Individuen, als Voraussetzung für die Entwicklung eines genetischen Zuchtplans.

7.1.4 Kryokonservierung

Der Kryokonservierung des Spermas wächst in der Reproduktionsstrategie der nächsten Jahre eine Schlüsselrolle zu, da die langen Reifungsintervalle der Störe eine effektive, genetisch optimierte Nachzucht des Elterntierbestandes faktisch unmöglich machen würden. Mittels der Kryokonservierung wird es möglich, Sperma von reifen Männchen zu jedem Zeitpunkt über Jahre mit geringem Qualitätsverlust zu lagern und bei Bedarf verfügbar zu haben. Somit dient die Kryokonservierung direkt der Umsetzung des genetischen Zuchtplans. Die Methodik der Gefrierkonservierung von Sperma ist für verschiedene Tiergruppen und auch für verschiedene Störarten bereits etabliert. Hier ist noch ein Anpassungsbedarf zu konstatieren, der zur Zeit in Kooperation mit französischen und ungarischen Institutionen umgesetzt wird.

7.2 Telemetrische Untersuchungen und Charakterisierung des Lebensraumes

Die ersten Ergebnisse der telemetrischen Untersuchungen in 2008 werfen eine Reihe von Fragen auf, die in den kommenden Jahren zu bearbeiten sind. Insbesondere die Ansprüche an die Lebensräume der frühen Lebensstadien, ihr Nahrungsbedarf und die Übereinstimmung mit den verfügbaren Lebensräumen in den Mittelläufen der Flüsse stehen hier im Mittelpunkt. Ebenso die Wanderungen der Tiere im Bereich der Unterläufe; hier ist das Verhalten gegenüber Salzfronten, die Nutzung von Strukturen und die Verfügbarkeit von Futterorganismen sowie die Bestimmung der Gefährdungsfaktoren, die auf die wandernden Tiere einwirken, Hauptgegenstand der Untersuchungen.

Versuche zur Bestimmung des Wanderver-

haltens werden im Frühjahr 2009 in den Nebengewässern der Unterelbe, der Oste und der Stör, durchgeführt. Hierbei liegt der Fokus auf der Bestimmung der Dynamik der Wanderung im tidebeeinflussten Flussunterlauf, um etwaige generell gültige Prinzipien des Verhaltens zu erkennen und für die Arbeiten in der Unterelbe in Anwendung zu bringen.

Langfristiges Ziel ist es, ein Modell der Habitatnutzung und des Habitatbedarfs zu erstellen, anhand dessen sich für zukünftige Besatzmaßnahmen die Kapazität des Gewässers und seine Optimierungspotentiale abschätzen lassen. Insbesondere die Verfügbarkeit und Funktionalität von Laichhabitaten, die Nutzbarkeit und Qualität der Lebensräume für die frühen Lebensstadien sowie der Einfluss von Querbauwerken stehen im Vordergrund der Untersuchungen.

7.3 Gewährleistung des Heimfindevermögens (homing)

Eine weitere wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Wiedereinbürgerung stellt die Sicherung der Aufzucht von Jungstören dar, die an das Gewässer angepasst und auf die chemischen Eigenschaften geprägt sind, um die Heimkehr der Elterntiere für die Vermehrung zu gewährleisten. Diese Prägung erfolgt bei Stören unmittelbar bei der ersten Nahrungsaufnahme. Aus diesem Grund ist es unerlässlich, die Aufzucht der frühen Jugendstadien mit Flusswasser in den Gewässer-Einzugsgebieten durchzuführen. Entsprechende Technologie für die Aufzucht sollen im Rahmen eines E+E-Vorhabens entwickelt werden. Ziel ist es, möglichst in der Nähe von potenziellen Laichgebieten gelegene, mobile Aufzuchtstationen zu entwickeln, die durch lokale Betreiber (Fischer) unterhalten und versorgt werden.

7.4 Langfristige Kooperation mit dem Cemagref

Die Fortsetzung der Kooperation mit dem Cemagref wird weiterhin ein wichtiges Element der deutschen Wiedereinbürgerungsbemühungen sein. Es sind weitere, gemeinsame Anstrengungen zur Erhaltung und zur Etablierung der Art geplant, von denen eine der Aufbau einer Population außerhalb Frankreichs ist, um eine Pufferkapazität für das Überleben der Art zu etablieren. Zu diesem Zweck stellt Frankreich auch in Zukunft Tiere bereit. Über die in den Jahren 2007 (500) und 2008 (1.100) zur Verfügung gestellten Jungfische hinaus soll nach einem Communiqué der Umweltministerien in Zukunft eine Quote, also ein prozentualer Anteil der Nachzuchten eines Jahres, für den Austausch zur Verfügung stehen.

7.5 Unterstützung der Wiedereinbürgerungsmaßnahmen

Nach Abschluss der vorbereitenden Arbeiten wird in der nun anschließenden Phase des experimentellen und danach des großflächigen Freilandbesatzes ein enges Netz an Partnern für die Bewältigung der Aufgaben benötigt.

Neben den Forschungseinrichtungen sind hier besonders die Umwelt- und Fischereifachbehörden der Länder und des Bundes gefragt, um eine konzertierte und nachhaltig wirkende Bewältigung der Aufgaben sicherzustellen. Entscheidendes Element für die Koordinierung und Ausgestaltung der Arbeiten wird hierbei der Aktionsplan im Rahmen der Berner Konvention sein, der zur Zeit in einen nationalen Aktionsplan umgesetzt wird. Langfristig sollen so die Voraussetzungen geschaffen werden, dass der Europäische Stör sich selbst in den Zuflüssen zur Nordsee reproduziert und funktionelle Bestände entwickelt. Wenn sich aufgrund der Reproduktionen eine Radiation in benachbarte Gewässersysteme ergeben sollte, wäre dies ein wichtiger Schritt für die langfristige erfolgreiche Etablierung der Art in Deutschland.

Danksagung

Die Arbeiten in Deutschland zur Vorbereitung der Wiedereinbürgerung wären ohne die langjährige und engagierte Unterstützung durch das Bundesamt für Naturschutz und das BMBF nicht möglich gewesen.

Literatur

- ARNDT, G.-M.; GESSNER, J.; ANDERS, E.; SPRATTE, S.; FILIPIAK, J.; DEBUS, L. & SKORA, K. 2000: Predominance of exotic and introduced species sturgeons among sturgeons captured from the Baltic and North Seas and their watersheds, 1981-1999. *Bol. Inst. Oceanogr.* 16 (1-4): 29-36
- ARTYUKHIN, E.N. & VECSEI P. 1999: On the status of Atlantic sturgeon: conspecificity of European *Acipenser sturio* and North American *Acipenser oxyrinchus*. *J. Appl. Ichthyol.* 15: 35-37
- BEAMESDERFER, R.C.P. & FARR, R.A. 1997: Alternatives for the protection and restoration of sturgeons and their habitat. *Env. Biol. Fish.* 48 (1-4): 407-417
- BIRSTEIN, V.J.; BEMIS, W.E. & WALDMANN, J.R. 1997: The threatened status of Acipenseriform fishes: a summary. *Envir Biol. Fish.* 48 (1-4): 427-435
- BIRSTEIN, V.J.; BETTS, J. & DESALLE, R. 1998: Molecular identification of *Acipenser sturio* specimens: A warning note for recovery plans. *Biol. Cons.* 84: 97-101
- BLESS, R. 1985: Zur Regeneration von Bächen in der Agrarlandschaft. Eine ichthyologische Fallstudie. *Landschaftspf. Natursch.* 26: 79
- BONNE, G. 1905: Die Vernichtung der deutschen Flussfischerei durch die Verunreinigung unserer Gewässer mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse auf der Unterelbe. *Z. Fisch.* 12: 1-28
- BRUCH, R. M.; DICK, T. A. & CHOUDHURY, A. 2001: A field guide for the identification of stages of gonad development in lake sturgeon (*Acipenser fulvescens* Rafinesque) with notes on lake sturgeon reproductive biology and management implications. *Publ. Fond. Sturgeon for tomorrow*, Wisconsin Department of Natural Resources, University of Manitoba, Oshkosh: 1-40
- DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT 1992. Richtlinie 92/943/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. *Abl. EG Nr. L 206*, (FFH-Richtlinie): 7-50
- EHRENBAUM, E. 1913: Über den Stör. *Fischerber.* 5: 142-149
- ELVIRA, B.; ALMODOVAR, A.; BIRSTEIN, V.J.; GESSNER, J.; HOLCIK, J.; LEPAGE, M. & ROCHARD, E. 2000: Symposium on Conservation of the Atlantic Sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758 in Europe. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 16 (1-4): 1-254
- FOCK, H. & RICKLEFS, K. 1996: Die Eider - Veränderungen seit dem Mittelalter. In: LOZAN, J.L., KAUSCH, H. (Eds.) *Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren*. Verl. Paul Parey Berlin: 39-42
- FREDRICH, F., KAPUSTA, A., EBERT, M., DUDA, A., GESSNER, J. 2008. Migratory behaviour of young sturgeon, *Acipenser oxyrinchus* in the Oder River catchment - Preliminary results of a radio telemetric study in the Drawa River, Poland. *Arch. Pol. Fish.* 16 (2): 105-117
- FREDRICH, F. GESSNER, J. 2009. Telemetric study of downstream migration and habitat use of yearling sturgeon *Acipenser oxyrinchus* in the Oder River catchment, Poland and Germany. *Abstractbook 8th Conference on Fish Telemetry held in Europe*, Umea. Sweden, Sept.: 14-18
- Gaumer, D. & Kämmerer, M. 1993: Süßwasserfische in Niedersachsen. Hrsg.: Nieders. Landesamt für Ökologie. Hildesheim: 1-162
- HENSEL, E.; KIRSCHBAUM, F.; WIRTH, M.; WILLIOT, P. & GESSNER, J. 2002: Restoration of *Acipenser sturio* L., 1758 in Germany. Effect of different food items on Specific Growth Rates of *Acipenser sturio*. *Intern. Rev. Hydrobiol.* 87 (5/6): 539-551
- HOLCIK, J. 2000: Major problems concerning the conservation and recovery of the Atlantic sturgeon *Acipenser sturio*. In: ELVIRA, B.; ALMODOVAR, A.; BIRSTEIN, V. J.; GESSNER, J.; HOLCIK, J.; LEPAGE, M., ROCHARD, E. (eds.) *Symposium on Conservation of the Atlantic Sturgeon Acipenser sturio* L., 1758 in Europe. *Bol. Inst. Esp. Oceanograph.* 16: 139-148
- HOLCIK, J.; KINZELBACH, R.; SOKOLOV, L.I. & VASIL'EV, V.P. 1989: *Acipenser sturio* LINNAEUS, 1758. In: HOLCIK, J. (ed.) *The Freshwater Fishes of Europe*, B. 2 *Acipenseriformes*. AULA Verl. Wiesbaden: 367-394
- KAUSCH, H. 1996: Fahrwasservertiefungen ohne Grenzen? In: LOZAN, J.L. & KAUSCH, H. (Eds.) *Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren*. Verl. Paul Parey. Berlin: 162-176
- KIRSCHBAUM, F. & GESSNER, J. 2000: Re-establishment programme for *Acipenser sturio* L., 1758: the German approach. In: ELVIRA, B.; ALMODOVAR, A.; BIRSTEIN, V. J.; GESSNER, J.; HOLCIK, J.; LEPAGE, M. & ROCHARD, E. (Eds.) *Symposium on Conservation of the Atlantic Sturgeon Acipenser sturio* L., 1758 in Europe. *Bol. Inst. Esp. Oceanograph.* 16: 149-156
- KIRSCHBAUM, F. & GESSNER, J. 2002: Perspektiven der Wiedereinbürgerung des Störs, *Acipenser sturio* L., in der Elbe - Perspectives for the re-introduction of the European sturgeon, *Acipenser sturio* L., in the Elbe River. *Z. Fischk. Suppl. Bd. 1*: 217-232
- KIRSCHBAUM, F.; GESSNER, J. & WILLIOT, P. 2000: Restoration of *Acipenser sturio* L., 1758 in Germany. I: Growth characteristics of juvenile fish reared under experimental indoor conditions. In: ELVIRA, B.; ALMODOVAR, A.; BIRSTEIN, V. J.; GESSNER, J.; HOLCIK, J.; LEPAGE, M. & ROCHARD, E. (Eds.) *Symposium on Conservation of the Atlantic Sturgeon Acipenser sturio* L., 1758 in Europe. *Bol. Inst. Esp. Oceanograph.* 16: 157-165
- KIRSCHBAUM, F.; HENSEL, E. & WILLIOT, P. 2006: Feeding experiments with the European Atlantic sturgeon, *Acipenser sturio* L., 1758 to accustom large juveniles to a new feed item and the influence of tank size and stocking density on growth. *J. Appl. Ichthyol.* 22 (Suppl. 1): 307-315
- KIRSCHBAUM, F.; WUERTZ, S.; WILLIOT, P.; TIEDEMANN, R.; ARNDT, G.-M.; BARTHEL, R. & GESSNER, J. 2006: Prerequisites for the restoration of Atlantic sturgeons, *Acipenser sturio* and *A. oxyrinchus*, in Germany - Report on the twelve-year preparatory period. Voraussetzungen für die Wiedereinbürgerung der Atlantischen Störe, *Acipenser sturio* und *A. oxyrinchus*, in Deutschland - Bericht über die 12-jährige Vorbereitungsphase. *Verhandl. Ges. Ichthyol. Vol. 5*: 79-93
- KIRSCHBAUM, F.; WUERTZ, S.; WILLIOT, P.; TIEDEMANN, R.; ARNDT, G.-M.; ANDERS, E.; KRUGER, A.; BARTHEL, R. & GESSNER, J. 2009: Prerequisites for the restoration of the European Atlantic sturgeon, *Acipenser sturio* and the Baltic sturgeon (*A. oxyrinchus* x *A. sturio*) in Germany. In: *Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons* (R. CARMONA et al. eds.): 385-401
- LEPAGE, M. & ROCHARD, E. 1995: Threatened fishes of the world: *Acipenser sturio* LINNAEUS, 1758 (*Acipenseridae*). *Envir Biol. Fish.* 43 (1): 28
- LUDWIG, A. N.; JENNECKENS, I.; DEBUS, L.; LUDWIG, A.; BECKER, J. & KIRSCHBAUM, F. 2000: Genetic analyses of archival specimens of the atlantic sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758. In: ELVIRA, B.; ALMODOVAR, A.; BIRSTEIN, V. J.; GESSNER, J.; HOLCIK, J.; LEPAGE, M. & ROCHARD, E. (Eds.) *Symposium on Conservation of the Atlantic Sturgeon Acipenser sturio* L., 1758 in Europe. *Bol. Inst. Esp. Oceanograph.* 16: 221-230
- LUDWIG, A.; WILLIOT, P.; KIRSCHBAUM, F. & LIEKFELD, D. 2004.: Genetic variability of the Gironde sturgeon population. In: *BfN-Skripten*, 101. GESSNER, J. & RITTERHOFF, J. (Eds.) *BfN Federal Agency for Nature Conservation*. Bonn: 54-72
- MOHR, E. 1952: *Der Stör*. Brehmsche Verlagsbuchhandl. Leipzig. 68 S.
- NELLEN, W.; THIEL, R.; HOLKER, F. & BRECKLING, P. 1994: Überlegungen zu fischereilichen Perspektiven der Elbe. *Fisch. Teichw.* 7: 265-267
- QUANTZ, H. 1903: Störfischerei und Störzucht im Gebiet der deutschen Nordseeküste. *Mitt. Dt. Seefischerei-Vereins*, 19 (6): 176-204
- ROCHARD, E.; CASTELNAUD, G. & LEPAGE, M. 1990: Sturgeons (*Pisces: Acipenseridae*), threats and prospects. *J. Fish Biol.* 37 (Suppl. A): 123-132
- ROCHARD, E.; LEPAGE, M. & MEAUZE, L. 1997: Identification et caractérisation de l'aire de répartition marine de l'esturgeon européen *Acipenser sturio* à partir de déclarations de captures. *Aquat. Living Resour.* 10 (2): 101-109
- SCHMIDT, G.W. 1996: Wiedereinbürgerung des Lachses *Salmo salar* in Nordrhein-Westfalen - Allgemeine Biologie des Lachses sowie Konzeption und Stand des Wiedereinbürgerungsprogramms unter besonderer Berücksichtigung der Sieg. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung NRW. *LÖBF-Mitt.* 11: 194
- SLL (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft) 1998: *Der Elblachs ist zurück - Der Beginn einer Wiedereinbürgerung*. 26 S.
- WILLIOT, P.; BRUN, R.; PELARD, M. & MERCIER, D. 2000: Induced maturation and spawning in an incidentally caught adult pair of critically endangered European sturgeon, *Acipenser sturio* L. *J. Appl. Ichthyol.* 16: 279-281
- WILLIOT, P.; BRUN, R.; PELARD, M. & MERCIER, D. 2005: Attempts at larval rearing of the endangered western European sturgeon, *Acipenser sturio* L. (*Acipenseridae*), in France. *Cybum* 29: 381-387
- WILLIOT, P.; ROCHARD, E.; CASTELNAUD, G.; ROUAULT, T.; BRUN, R. & ELIE, P. 1997: Biological and ecological characteristics of European Atlantic sturgeon, *Acipenser sturio*, as foundations for a restoration program in France. *Envir Biol. Fish.* 48: 359-370
- WILLIOT, P.; ROUAULT, T.; BRUN, R.; PELARD, M. & MERCIER, D. 2002: Status of caught wild spawners and propagation of the endangered sturgeon *Acipenser sturio* in France: a synthesis. *Intern. Rev. Hydrobiol.* 87:515-524
- WILLIOT, P.; ROCHARD, E.; ROUAULT, T. & KIRSCHBAUM, F. 2009: *Acipenser sturio* recovery research actions in France. In: *Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons* (R. CARMONA et al. eds.): 385-401
- WILLIOT, P.; ROUAULT, T.; PELARD, M.; MERCIER, D. LEPAGE M, DAVAIL-CUISSET B, KIRSCHBAUM F. & LUDWIG A. 2007: Building a broodstock of the critically endangered sturgeon *Acipenser sturio* L.: problems associated with the adaptation of wild-caught fish to hatchery conditions. *Cybum* 31: 3-11

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Frank Kirschbaum
Humboldt-Universität
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Fachgebiet Biologie und Ökologie der Fische
Philippstr. 13, Haus 16
D-10115 Berlin, Germany
frank.kirschbaum@staff.hu-berlin.de

Dipl.-Biol. Frank Fredrich
Leibniz-Institut für Gewässerökologie und
Binnenfischerei
Müggelseedamm 310
D-12587 Berlin, Germany

Dr. Patrick Williot
4, rue du pas de madame
F-33980 Audenge, France

Dr. Jörn Gessner
Leibniz-Institut für Gewässerökologie und
Binnenfischerei
Müggelseedamm 310
D-12587 Berlin, Germany

AN DER FACHHOCHSCHULE EBERSWALDE WURDE EIN NEUES GIS-GESTÜTZTES BEWERTUNGSSYSTEM FÜR ALLEEN ENTWICKELT. ZIEL IST ES, DEN STRABENBAULASTTRÄGERN EIN ENTSCHEIDUNGSHILFEINSTRUMENT FÜR DIE PFLEGE UND DEN UMBAU DER ALLEEN ZUR VERFÜGUNG ZU STELLEN.

JÜRGEN PETERS, SUSANNE HEMPP, INES DUNCKER, SOLVEIG OPFERMANN, KATJA GLANTE
unter Mitarbeit von VERA LUTHARDT und JENS MÖLLER

Der „Aktionsplan Alleen“ für den Landkreis Barnim

Schlagwörter: Alleenbestand, Barnim, Aktionsplan, Biotopverbund, Landschaftsbild, Denkmalwert, GIS-Datenbank, Schutzgut Allee

1 Einleitung

Seit Herbst 2007 existiert für das Land Brandenburg ein Alleenkonzept, das durch das Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung (MIR) in Auftrag gegeben wurde. Darin wird der in Deutschland einzigartige und naturschutzrechtlich geschützte Alleenbestand¹ an den Bundes- und Landesstraßen des Landes Brandenburgs näher betrachtet und es werden grundlegende konzeptionelle Hinweise zum künftigen Umgang mit dem Kulturgut Allee gegeben. Nahezu täglich stehen Behörden und Straßenbaulastträger im Zusammenhang mit Straßenerneuerungen oder den jährlichen Baumschauen vor Entscheidungen, wie sie mit dem straßenbegleitenden Baumbestand umgehen. Vor diesem Hintergrund wurde die Fachhochschule Eberswalde durch den Landesbetrieb für Straßenwesen Brandenburg und die Untere Naturschutzbehörde des Landkreises Barnim mit der Aufnahme und Bewertung von Alleen im Landkreis Barnim und mit der Ableitung von Handlungsempfehlungen beauftragt. In einer umfassenden Literatur- und Projektrecherche zu diesem Thema zeigte sich, dass sich die bisherigen Bewertungsansätze in der Regel auf eine eindimensionale Bewertung der Alleebestände

mit den Hauptkriterien Vitalität und Verkehrssicherheit beschränken. Die Bedeutung und Funktion des oftmals Jahrzehnte alten Bestandes lassen sich jedoch nicht auf diese Kriterien reduzieren. Alleen haben darüber hinaus eine landschaftsprägende und kulturhistorische Bedeutung (vgl. PETERS 1998) und sie sind Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Daher erfolgte im Jahr 2008 mit dem Projekt „Aktionsplan Alleen“ im Landkreis Barnim eine flächendeckende Erfassung und Analyse des Alleenbestandes mit erweiterten Untersuchungskriterien an den Landes-, Bundes-, Kreis- und Kommunalstraßen. Im Ergebnis entstand eine interaktive Datenbank, die nicht nur Abfragen im geografischen Informationssystem ermöglicht, sondern auch einen individuellen, abschnittsbezogenen Maßnahmenkatalog beinhaltet, der den verantwortlichen Behörden als Arbeitsgrundlage sowie Entscheidungshilfe dient.

2 Methodischer Analyse- und Bewertungsansatz

Um ein möglichst großes Spektrum an Experten- und Erfahrungswissen zu nutzen, wurde die Methodik und die Auswahl der Bewer-

tungskriterien in enger Abstimmung mit den Fachgebieten Vegetationskunde, Zoologie und Landschaftsplanung der Fachhochschule Eberswalde sowie mit dem Landesbetrieb für Straßenwesen Brandenburg und der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Barnim erarbeitet und in mehreren Expertenkolloquien zur Diskussion gestellt.

Die Untersuchung der Alleen erfolgte unter den folgenden Aspekten:

- Als Alleen gelten regelmäßig beidseitig mit Bäumen bepflanzte Straßen; unter der Prämisse, dass auch einseitige Baumreihen eine hohe ästhetische und ökologische Bedeutung aufweisen können, wurden diese ebenfalls erfasst und bewertet.
- Alleebildend sind nur Hochstämme, Sträucher und Büsche gelten als Begleitstrukturen.
- Als grundlegender Bestandteil der Allee wird auch der Straßenkörper, einschließlich der Wegebaumaterialien erfasst.
- Die Kartierung erfolgt nur für den außerörtlichen Bereich.
- Entsprechend der Empfehlungen des MIR haben die kartierten Abschnitte in der Regel eine Länge > 200 m.

Die Festlegung abschnittsbildender Parameter folgt der Methodikbeschreibung der Kartierung für die Bundes- und Landesstraßen (GUSTKE 2006 a, b). Hierin heißt es: „Abschnittsbildende Parameter sind deutliche ein- oder beidseitige Wechsel der Baumart, des Baumalters, der Vitalität, der Bestandesdichte oder der Umgebung. Die gebildeten Abschnitte sind homogen strukturiert und als einheitliche Bereiche hinsichtlich ihrer Pflege und Entwicklung aufzufassen.“ Für den Zweck der flächendeckenden Datenerhebung des Alleenbestandes wurde unter Berücksichtigung der erweiterten Untersuchungskriterien ein Kartierbogen und eine Eingabemaske für die Access-Datenbank entwickelt. Um eine ganzheitliche Betrachtung und Bewertung der Alleen zu ermöglichen, die auch der landschaftsprägenden, kulturhistorischen und artenschutzrechtlichen Bedeutung und Funktion des Alleebaumbestandes Rechnung trägt, erfolgte die Erfassung der Alleeabschnitte unter Erweite-



Abb. 1

Grüner Tunnel – Holländische Linde (*Tilia x europaea*) zwischen Willmersdorf und Schönfeld (LK Barnim) an der L 236
Foto: I. Duncker

¹ nach § 31 BbgNatSchG dürfen Alleen „nicht beiseitigt, zerstört, beschädigt oder sonst erheblich oder nachhaltig beeinträchtigt werden.“

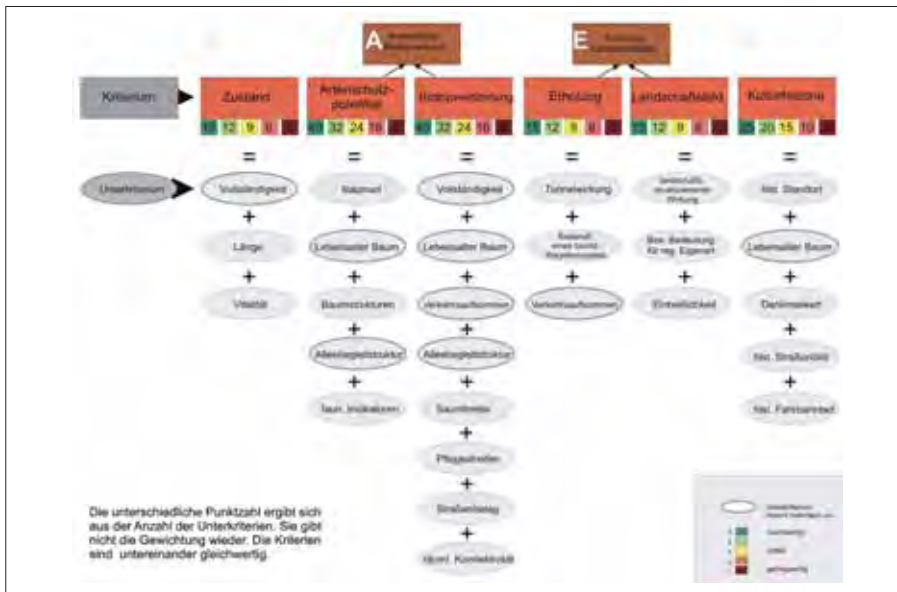


Abb. 2
Auswahl der Bewertungskriterien für den Alleeenbestand

zung der Untersuchungskriterien. Neben der allgemein üblichen **Zustandsbewertung** werden folgende Kriterien als wesentlich angesehen: **Artenschutzpotenzial**, **Biotopverbindung**, **Erholungswert**, **Landschaftsbild** und **kulturhistorische Bedeutung**. Aufgrund ihrer engen Korrelation wurden die Kriterien Artenschutzpotenzial und Biotopverbindung sowie Erholungswert und Landschaftsbild zusammenfassend betrachtet. Den genannten Kriterien sind drei bis maximal acht Unterkriterien zugeordnet (siehe Abb. 2). Da die Kriterien unterschiedliche Potenziale repräsentieren, wird auf eine Aggregation zu einem Gesamtwert bewusst verzichtet. Jedes Kriterium wird in seiner Ausprägung separat dargestellt. In einem weiteren Arbeitsschritt erfolgte die Übertragung der Daten in die Datenbank sowie ins das Geoinformationssystem ArcGIS.

Die für die Bundes- und Landesstraßen bereits existierende Datenbank FIS (Fachinformationssystem Straßenbäume) fand ebenfalls Eingang in die Analyse. Sie wurde um die Daten zu den Kreisstraßen ergänzt (BUFZ 2001). Eine kartografische Recherche, welche die Auswertung der topografischen Karten, der digitalen Orthofotos und der Urmesstischblätter aus den Jahren 1822 bis 1912 umfasste, diente der Komplettierung der Daten (Abb. 3). Zusätzliche Informationen zu historischen Alleestandorten ergaben sich aus einer Auswertung des Schmettauschen Kartenwerks der Jahre 1767 bis 1787. Ferner fanden die Höhe des Verkehrsaufkommens für die Bundes- und Landesstraßen sowie Informationen aus der Denkmalliste des Landes Brandenburg und Auswertungen touristischer Wegekonzepte Eingang in die Datenbank. Zur

Vergleichbarkeit der Daten erfolgte eine Auswertung anderer Bestandskartierungen. Über die Access-Datenbank ist es möglich, für jeden erhobenen Alleeeabschnitt eine umfassende, schnelle und übersichtliche Datenauswertung entsprechend des Kriterienkatalogs (Zustand, Artenschutzpotenzial, Biotopverbund, Landschaftsbild, Erholungswert und kulturhistorische Bedeutung) zu erhalten. Grundlage hierfür ist ein speziell entwickeltes und in die Datenbank implementiertes Bewertungsverfahren: Die drei bis acht Unterkriterien je Kriterium sind mit einem Maximalwert von fünf Punkten gewichtet. Durch die Addition ergibt sich für jedes Kriterium eine Maximalpunktzahl. Um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen, wurde die Punkteskala in eine fünfstufige Ordinalskala transformiert. Die Bewertung wurde in fünf Farbstufen visualisiert (s. Abb. 4). Die Farben dunkelgrün und hellgrün zeigen einen sehr guten bis guten Wert an, gelb stellt den Mittelwert dar und hellrot und dunkelrot repräsentieren eine schlechte bis sehr schlechte Bewertung. Da die Kriterien nicht direkt miteinander vergleichbar sind, wurde auf die Bildung einer Gesamtsumme verzichtet. Beispiel für die Bewertung des Kriteriums Zustand:

Punktezahl	Bewertung
< 3	geringwertig
4 - 6	
7 - 9	mittel
10 - 12	
13 - 15	hochwertig

Abb. 4
Darstellung der Ordinalskala in Farbwerten für das Kriterium „Zustand“

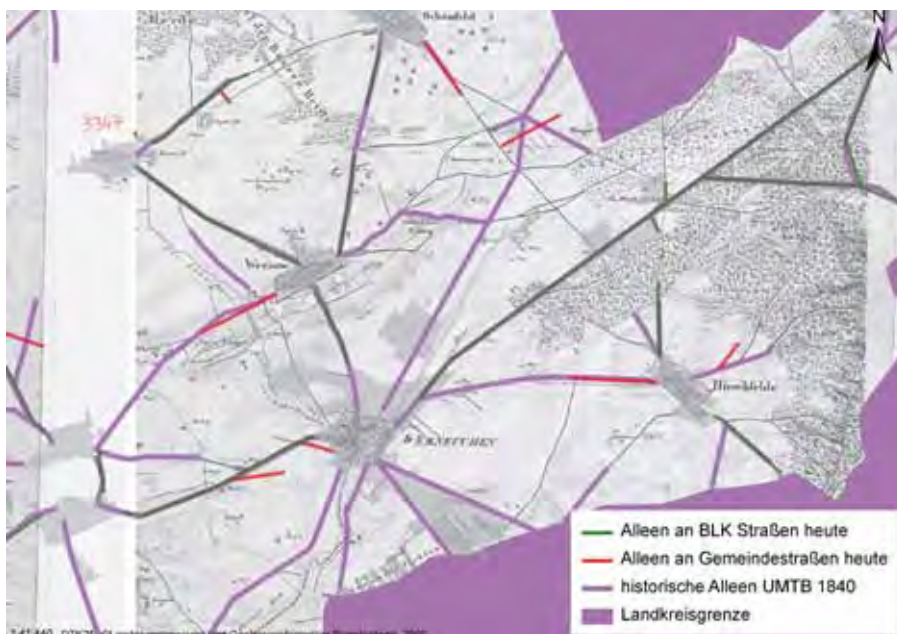


Abb. 2
Vergleich historischer und heutiger Alleeenbestand im Kartenbild

Aus dem Ergebnis der Bewertung und der hieraus resultierenden spezifische Schutzwürdigkeit werden prioritäre und sekundäre Maßnahmevorschlägen für den betreffenden Alleeeabschnitt abgeleitet. Die Darstellung prioritärer Maßnahmen aus einem in der Datenbank hinterlegten Katalog erfolgt in Korrelation mit der erreichten Punktzahl für die Einzelkriterien. Die Zusammenstellung entsprechender Maßnahmen in einem Katalog ist nicht nur ein Prozess der Sammlung von Informationen, gewonnen aus einer umfassenden Literaturrecherche und Expertenbefragung, sondern vor allem auch ein Prozess der Abwägung und Differenzierung der einbezogenen Praxiserfahrung der Auftraggeber. In den Abbildungen 6 bis 8 ist der Ableitungszusammenhang zwischen Erfassung, Bewertung und Maßnahmeempfehlung beispielhaft für eine Lindenallee dargestellt. In diesem Fall ist die Bedeutung für das Landschaftsbild prioritär. Die Abbildung 11 zeigt die kartografische Darstellung des Alleeeabschnittes. Die Alleeearte

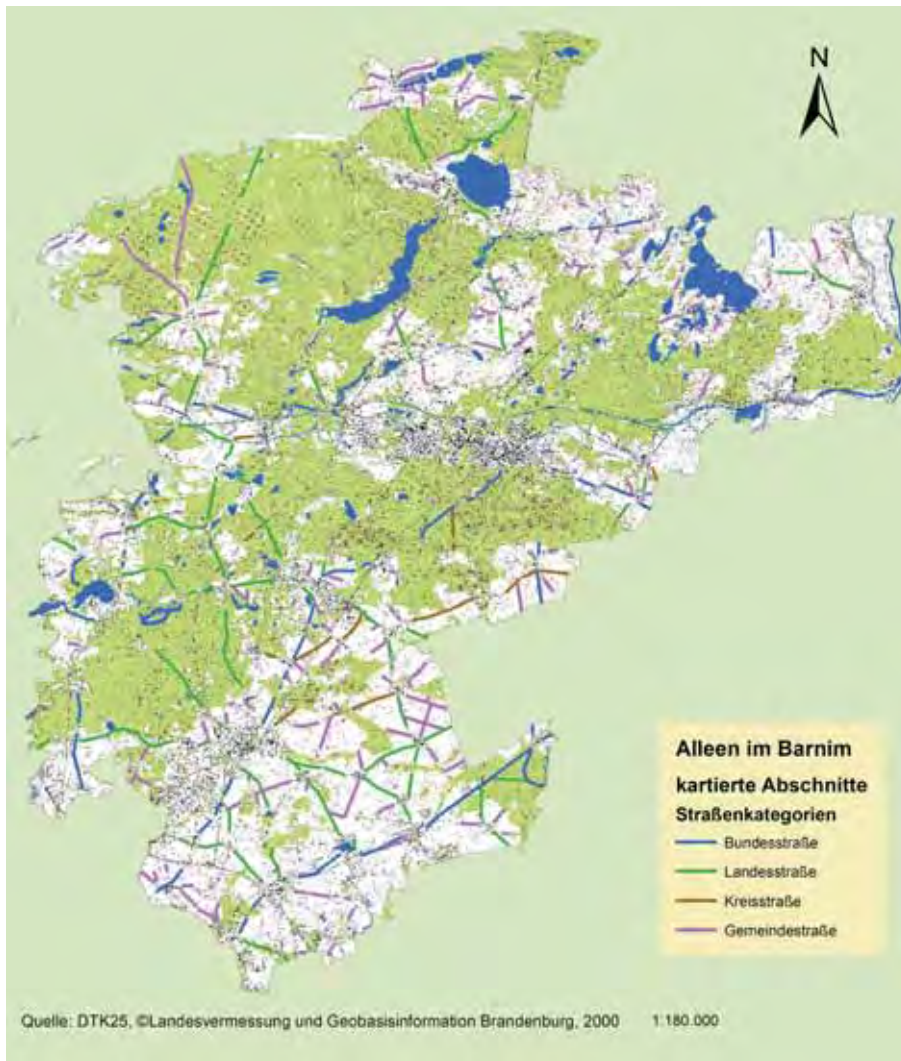


Abb. 5
Übersichtskarte Barnim

des Landkreises Barnim gibt somit einen Überblick über die spezifische Schutzwürdigkeit jeder einzelnen Allee.

3 Ergebnisse der Datenauswertung und Ableitung von Maßnahmeempfehlung

Exemplarisch ist nachfolgend der Verlauf einer Datenauswertung mit Maßnahmeempfehlung an der Lindenallee zwischen den Orten Willmersdorf und Schönfeld (L 236) im Landkreis Barnim dargestellt.

Ein wesentlicher Vorteil der Datenbank liegt neben der abschnittsbezogenen Handlungsempfehlung auch in den Möglichkeiten der statistischen Auswertung. Die aktuellen Ergebnisse der Alleekartierung an den Bundes-, Landes-, Kreis-, und Kommunalstraßen im Landkreis Barnim stellen sich demnach wie folgt dar:

- Von den insgesamt 425 kartierten Alleeabschnitten im Landkreis Barnim befinden sich mit je 37 % die größten Anteile der Alleeabschnitte an den Kommunal- und Landesstraßen. Der Anteil an Bundesstraßen beträgt ca. 19 % und ca. 7 % befinden sich an den Kreisstraßen.
- Alleen und Baumreihen an Bundesstraßen 67,36 km, Landesstraßen 136,22 km, Kreisstraßen 23,88 km, Kommunalstraßen 137 km. Von insgesamt 1.135 km Straßenlänge sind demnach 32 % mit Alleen oder Baumreihen bestanden.
- Von den insgesamt 51 Baumarten dominieren in den kartierten Abschnitten im Landkreis Barnim Linde (*Tilia spec.*), Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*) und Berg-Ahorn (*A. pseudoplatanus*) zusammen mit 43 % den Bestand.
- Der Anteil von Obstalleen mit den Hauptbaumarten Apfel (*Malus domestica*), Kirsche (*Prunus avium*) und Birne (*Pyrus communis*) beträgt 24,7 %. Obstalleen sind überwiegend an den Kommunalstraßen des Landkreises zu finden.
- Etwa 65 % der Bäume an den kartierten Alleeabschnitten weisen ein mittleres Lebensalter auf und befinden sich damit in der Reifephase. 25 % sind jünger als 30 Jahre; 10 % sind in der Alterungsphase.

Abb. 6
Eingabemaske der Datenbank

Folgende grundsätzliche Tendenzen können in Bezug auf die Formulierung der Maßnahmevorschläge festgehalten werden:

- **Standorterhalt:** Alleenstandorte sollten grundsätzlich immer erhalten, Baumreihen ergänzt werden. Das Neupflanzungspotenzial (2/3 der Bundes- und Landesstraßen in Brandenburg weisen keinen Baumbestand auf) könnte v. a. an niederrangigen Straßen in Anspruch genommen werden.
- **Lückenbepflanzung:** Eine Bepflanzung von Lücken in Alleen erfolgt nur dann, wenn dies als dendrologisch sinnvoll erachtet werden kann und in einem Bestand von Bäumen mit maximal 60 cm Stammdurchmesser (vgl. MİR 2007).

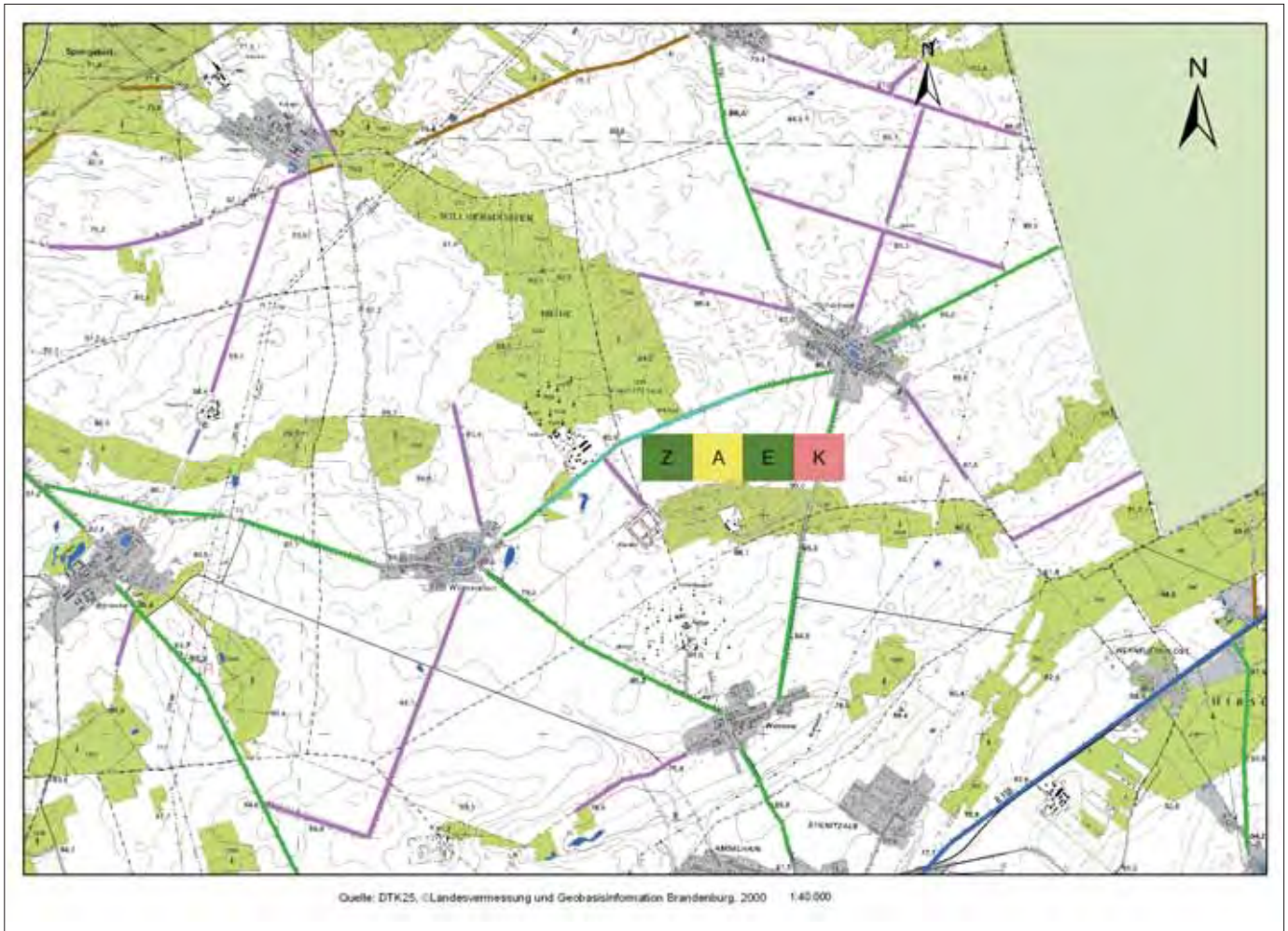


Abb. 11
Ausschnitt aus der Alleenkarte des Landkreises Barnim mit Abschnittsbewertung



Abb. 12
Gemischte Allee (*Tilia platyphyllos* und *Acer platanoides*) an einer Kopfsteinpflasterstraße mit Sommerweg bei Biesenthal

Anschriften der Verfasser:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Peters
E-Mail: jpeters@fh-eberswalde

Dipl.-Ing. (FH) Susanne Hempp
E-Mail: shempp@fh-eberswalde.de

Dipl.-Ing. (FH) Ines Duncker
E-Mail: iduncker@fh-eberswalde.de

Fachhochschule Eberswalde
FB Landschaftsnutzung und Naturschutz
Friedrich-Ebert-Str. 28
16225 Eberswalde

Dipl.-Ing. Solveig Opfermann
Landkreis Barnim
Bauordnungsamt – SL Natur- und Denkmal-
schutz
Am Markt 1
D-16225 Eberswalde
E-Mail: naturschutzbehoerde@kvbarnim.de

Dipl.-Ing. Katja Glante
Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg
Tramper Chaussee 3 H.8
16225 Eberswalde
Katja.Glante@LS.Brandenburg.de

Literatur

BUFZ (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V.) 2001: Kartierung der Straßengehölze an den Kreis- und Gemeindestraßen des Landes Brandenburg. unveröff.
GUSTKE, B. 2006a: Alleien in Brandenburg. Teil 1 - Methodik der landesweiten Erfassung und Bewertung. Pro Baum 2: 9
GUSTKE, B. 2006b: Alleien in Brandenburg. Teil 2 -

Ergebnisse landesweiter Erhebungen. Pro Baum 3: 7-12
MIR (Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung Brandenburg) [Hrsg.] 2007: Alleienkonzeption für den Abschlußbericht. Alt Ruppin
PETERS, J. 1998: Alleien und Pflasterstraßen als kultur-
geschichtliche Landschaftselemente -Entwicklung
und methodische Ansätze ihrer Sicherung in
Brandenburg. Natursch. Landschaftspl. 3: 69-75

Foto: S. Hempp

IM SENFTENBERGER SEE VERMISCHT SICH SAURES, CARBONAT- UND NÄHRSTOFFARMES WASSER MIT NEUTRALEM, CARBONAT- UND NÄHRSTOFFREICHEM WASSER AUS DER SCHWARZEN ELSTER. DIESE MISCHUNG FÜHRT ZU EINER EINZIGARTIGEN ZUSAMMENSETZUNG DER MAKROPHYTENVEGETATION.

KLAUS VAN DE WEYER, JÜRGEN NEUMANN, WERNER PIETSCH, JENS PÄZOLT, PATRICK TIGGES

Die Makrophyten des Senftenberger Sees

Schlagwörter: Tagebauseen, Makrophyten, *Juncus bulbosus*, *Littorella uniflora*, *Potamogeton nodosus*, Characeae, *Chara braunii*, Wasserrahmenrichtlinie

Zusammenfassung

Die aquatischen Makrophyten im Tagebausee Senftenberger See wurden im August 2007 durch Tauchgänge an 11 Transekten untersucht. An ausgewählten Standorten wurde die physikalisch-chemische Beschaffenheit der Wasserkörper und Gewässersedimente erfasst. Aufgrund der speziellen physikalisch-chemischen Bedingungen kommen im Senftenberger See sowohl Hart- wie auch Weichwasser-Makrophyten vor. Deren Bestandsentwicklung von 1968-2007 wird beschrieben. Bei der Mehrzahl der Makrophytenarten im Senftenberger See handelt es sich um Arten der Roten Liste höherer Gefährdungskategorien. Der See befindet sich aus Sicht der EG-Wasser-Rahmen-Richtlinie in einem guten Zustand.

1 Einleitung

Die Faktoren, die die Zusammensetzung der Makrophytenvegetation in Seen bestimmen, sind hinlänglich bekannt. Abgesehen von biogeografischen Gegebenheiten sind hier Uferneigung, Substrat, Salinität, Härte/Kalkgehalt, pH-Wert, Trophie und Wasserstandsschwankungen zu nennen (BLOEMENDAHL & ROELOFS 1988, BLÜMEL et al. 2002, GESSNER 1955, MELZER 1994, 1997, PÄZOLT 2007, PIETSCH 1972, POTT & REMY 2000, STELZER 2003, VAN DE WEYER 2006, 2007a, WIEGLEB 1978). Steile Ufer sind von Natur aus wegen der extremen Neigung, oft in Kombination mit groben Substraten, frei von Makrophyten. Dies ist gleichermaßen in den eiszeitlichen Seen der Alpen und Voralpen sowie des Norddeutschen Tieflandes zu beobachten. Küsten- und Strandseen weisen aufgrund des Salzeinflusses eine spezifische Zusammensetzung der Makrophytenvegetation mit obligaten (*Ruppia* spp., *Zannichellia palustris* spp. *pedicillata*, *Chara baltica*, *C. canescens*, *Zostera* spp.) und fakultativen halophilen Sippen (z.B. *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*) auf. In Süßwasser lassen sich deutliche Unterschiede der Makrophytenvegetation in Abhängigkeit von der Härte bzw. dem Hydrogenkarbonatgehalt des Wassers feststellen. So lassen sich Weichwasserarten wie *Potamogeton polygonifolius* und *Nitella translucens* von Hartwasserarten wie *Potamogeton coloratus*, *P. nodosus* und *Chara hispida* unterscheiden.

Insbesondere in weichen, karbonatarmen Gewässern wirkt der pH-Wert als weiterer differenzierender Faktor. So finden sich z.B. in sauren Seen Arten wie *Juncus bulbosus*, *Sphagnum* spp. bzw. *Utricularia minor*. Unterschiede sind hierbei zwischen natürlichen Seen und Tagebauseen zu beobachten (PIETSCH 1973, 1995). Weiterhin ist die Trophie von großer Bedeutung. In karbonatreichen bayerischen Seen finden sich z.B. *Potamogeton coloratus* und *Chara hispida* in nährstoffarmen bzw. gering belasteten Abschnitten, während z.B. *Potamogeton nodosus* und *P. friesii* sehr stark belastete Bereiche charakterisieren (MELZER 1994). Weiterhin lassen sich Unterschiede in Abhängigkeit von der Anbindung an Fließgewässer registrieren (VAN DE WEYER 2006). Im Rahmen des EG-WRRL-Monitorings wurden im Jahr 2007 neben der chemisch-physikalischen Wasserbeschaffenheit, dem Plankton, dem Makrozoobenthos und benthischen Kieselalgen auch die aquatischen Makrophyten des Senftenberger Sees im Auftrag des Ministeriums für ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MLUV) untersucht. Bei der Untersuchung der aquatischen

Makrophyten wurden Artenzusammensetzungen von Weich- und Hartwasserarten sowie von oligo- und eutraphenten Arten beobachtet, die nachfolgend dargestellt werden. Da zudem ältere Aufzeichnungen von PIETSCH (1990a, 1998) vorliegen, kann auch auf die Entwicklung der Makrophyten im Senftenberger See seit dem Jahr 1968 eingegangen werden.

2 Untersuchungsgebiet

Der etwa 1.475 ha große Senftenberger See besitzt eine Fläche von 9 km² und ist eine der jüngsten Bildungen in der Niederlausitz. Er liegt im Lausitzer Urstromtal und entstand aus dem Restloch des Tagebaues Niemtsch (NIXDORF 2000), das nach 26 Jahren Bergbautätigkeit zur Gewinnung der hier aufgeschlossenen miozänen Braunkohle am 15. November 1967 mit dem Oberflächenwasser der Schwarzen Elster geflutet wurde. Vor Beginn des Tagebauaufschlusses war das Gebiet teils Flussaue der Schwarzen Elster, teils grundwassernahe und sumpfige Niederung, durch Heideseen und Fischteiche mit pleistozänen Gewässersubstraten



Abb. 1

Der Senftenberger See mit Lage der Transekte (Quelle: Google Earth)

charakterisiert. Strandlingsrasen und Nadelbinsenfluren bestimmten zusammen mit Arten des atlantischen Florenelementes (*Deschampsia setacea*, *Eleocharis multicaulis*, *Juncus bulbosus* und *Potamogeton polygonifolius*) eine für die Lausitzer Niederung typische Vegetation.

Die im Südostteil des ehemaligen Tagebaues aufgekipperten Abraummassen an pleistozänen und tertiären Deckschichten der Kohle bilden 2 bis 21 m über dem heutigen Seespiegel herausragende, nur durch eine schmale Landbrücke im Süden verbundene Inselkerne mit teils steilen, teils strandartigen, flachauslaufenden Ufern. Das NW-Ufer des östlichen Inselteiles zeichnet sich infolge Reliefbildung bei der Abraumschüttung durch Förderkippenbetrieb durch den starken Wechsel zahlreicher schmaler bis zu 1 km langer Riegel und Wasserrinnen aus (PIETSCH 1990a, 1998). Es herrschen Kipp-sande pleistozänen und tertiären Ursprungs vor, die im Wechsel sowohl flächig als auch schichtweise von Kippkohlesanden und Kohleletten durchsetzt sind. Lediglich am Ostufer des westlichen Inselkernes lagern kleinflächig von Mergelbrocken durchsetzte Kipplehme vor.

Die Flutung des Senftenberger Sees begann Ende 1967 und war 1972 im wesentlichen abgeschlossen. Durch das einströmende saure Grundwasser war der pH-Wert des gesamten Seewassers zunächst sehr niedrig. Die bis heute bestehende Durchleitung von Wasser der Schwarzen Elster hat zu einer Neutralisierung des Nordbeckens geführt und hält diese stabil, während der pH-Wert des davon abgekoppelten südlichen Teilbeckens durch weiterhin zuströmendes saures Grundwasser bis heute niedrig geblieben ist. Die beiden Teilbecken weisen somit eine sehr unterschiedliche Wasserbeschaffenheit auf. Auf Grund des unterschiedlichen Chemismus in den Seeteilen konnten sich bislang noch keinen stabilen ökologischen Verhältnisse für das Gesamtsystem einstellen.

In Abhängigkeit von Vermischung und Ausmaß des Grundwasserzustroms sind Übergangsbereiche ausgeprägt, die sich in ihrer stärksten Form auch optisch durch unterschiedliche Wasser- und Sedimentfärbung sowie Trübung ausmachen lassen. Diese Erscheinungen entstehen bei Vermischung von saurem Grund- und Oberflächenwasser mit Seewasser mit stark abweichendem pH-Regime. Daraus resultieren auch sehr unterschiedliche Lebensbedingungen für Flora und Fauna des Gewässers. Speziell der benthischen Lebensgemeinschaft bieten sich in einigen Bereichen auf relativ kleinem Raum sehr variierende Verhältnisse.

3 Methoden

3.1 Chemisch-physikalische Untersuchungen

Die chemisch-physikalischen Parameter wurden nach genormten Vorschriften (Tabelle 1) von der IDUS Biologisch Analytisches Umweltlabor GmbH und vom Analytischen

Tabelle 1: Übersicht auf die untersuchten physikalischen-chemischen Parameter und die Untersuchungsmethoden

Parameter	Vorschrift / Gerät
Probenvorbereitung / Filtration	Membranfilter 0,45 µm
Temperatur (Wasser)	Tiefensonde
Sauerstoffkonzentration und -sättigung	DIN EN 25814 – G 22/23 / Tiefensonde
Sichttiefe	EN ISO 7027 – C 2 / Secchi-Scheibe
pH-Wert	DIN 38404 – C 5 / Tiefensonde
spezif. Leitfähigkeit (25°C)	EN ISO 27888 – C 8 / Tiefensonde
Redoxspannung	DIN 38404 – C 6 / Tiefensonde
abfiltr. Stoffe	DIN 38409 – H 2
Chlorid, Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 D 19
Gesamthärte	Summe (Ca+Mg), Berechnung
Orthophosphat (SRP)	DIN EN ISO 6878 D11
Gesamtphosphor (TP)	DIN EN ISO 11885
Ammonium-N	DIN 38406 E5-1
Nitrit-N	DIN EN ISO 26777
Nitrat-N	DIN EN ISO 10304-1 D19
TN	DIN 38409 H27
Säure-/Basekapazität KS/KB4,3/8,2	DIN 38409 – H 7
Chlorophyll a /Phaeophytin	DIN 38412 – L 16
TIC, TOC, DOC	DIN EN 1484 – H 3
Calcium, Eisen (gesamt), Eisen (gelöst), Magnesium, SiO ₂ -Si	DIN EN ISO 11885-E 22
Aluminium, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Mangan, Nickel, Kupfer, Zink	DIN EN ISO 11885-E 22

Labor der SGL mbH analysiert.

An den tiefsten Stellen des Nord- und Südbeckens wurden von Anfang Mai bis September 2007 an acht Terminen Analysen von Mischproben der euphotischen Zone vorgenommen. Im September fanden zusätzliche chemisch-physikalische Untersuchungen an den Transekten der biologischen Untersuchungen im Uferbereich bei ca. 0,3-0,4 m Wassertiefe statt.

3.2 Makrophyten

Die Bestandsaufnahme der Makrophyten erfolgte gemäß den Vorgaben des Landesumweltamtes Brandenburg (LUA) durch Tauchuntersuchungen (PÄZOLT 2007). Tauchuntersuchungen führen in der Regel zu höheren Artenzahlen in Seen und Fließgewässern (VAN DE WEYER 2007b). Im August 2007 wurden 11 Transekte untersucht (s. Abb. 1). Die Erfassung der Makrophyten erfolgte getrennt für jede Vegetationszone. Hierfür wurde die Tiefenausbreitung und Länge ermittelt. Innerhalb jeder Vegetationszone erfolgte eine halbquantitative Erfassung aller Makrophyten anhand der Skala von LONDO (1974). Die Untersuchung erfolgte bis zur unteren Vegetationsgrenze, die als Grenze des homogenen Bewuchses definiert ist. Nachfolgend werden nur die aquatischen Bereiche dargestellt. Außerdem wurden weitere, außerhalb der Transekte vorkommende Arten notiert.

Die Bestimmung erfolgte nach CASPER & KRAUSCH (1980/1981), KRAUSE (1997) und VAN DE WEYER & SCHMIDT (2007). Die Nomenklatur der Makrophyten folgt bei

den Farn- und Blütenpflanzen WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), bei den Armleuchteralgen BLUMEL & RAABE (2004) und bei den Moosen KOPERSKI et al. (2000). Sterile Individuen von *Nitella* konnten nicht bis zur Art bestimmt werden. In allen Fällen handelt es sich um das Artenpaar *N. flexilis-N. opaca*. *Elatine hexandra* konnte sicher bestimmt werden. Da nicht alle *Elatine*-Individuen Blüten bzw. Früchte aufwiesen, sind weitere *Elatine*-Arten nicht auszuschließen.



Abb. 2

Die Untersuchungen erfolgen durch Taucher

Foto: P. Tigges

4 Ergebnisse chemisch-physikalischer Untersuchungen

Das mit einer maximalen Tiefe von rund 24 Metern nur mäßig tiefe Nordbecken des Senftenberger Sees wies im Zeitraum von Anfang Mai bis Mitte August 2007 eine meist nur unscharfe thermische Schichtung auf. Dies beruht auf der Morphologie des Gewässers mit größter Erstreckung fast genau in West-Ost Richtung, entsprechend der vorherrschenden Windrichtung. Dieser Seeteil war im Bereich der tiefsten Stelle mit pH-Werten von 7,1 bis 7,8 neutral bis schwach alkalisch, was auf den Einfluss des Wassers aus der Schwarzen Elster zurückzuführen ist. Er wies ein nur gering gepuffertes, mittelhartes Wasser auf. Die Karbonathärte betrug zwischen 0,45 und 0,60 mmol/l. Der Gehalt an anorganischen Kohlenstoff TIC lag im Mittel bei 5,9 mg/l. Gesamteisen lag in Konzentrationen zwischen 0,2 und 1,0 mg/l vor. Die Leitfähigkeit bewegte sich zwischen 630 und 650 µS/cm. Auch während der Stagnationsphase trat selbst in Grundnähe kein größeres Sauerstoffdefizit auf. Die Sichttiefe bewegte sich zwischen 2,7 und 4,5 m. Der Nitratgehalt war mit 0,8 bis 1,3 mg/l N relativ gering. Die Ammoniumkonzentration lag mit Werten von <0,03 bis 0,08 mg/l N im Gegensatz zum sauren Südbecken deutlich unter dem Nitratgehalt. Die SRP-Gehalte waren überwiegend gering und bewegten sich zwischen <0,002 und 0,006 mg/l P. Die TP-Konzentration erreichte Werte von <0,01

mg/l P bis 0,07 mg/l P. Der Gehalt an Chlorophyll a war recht gering und lag zwischen 1,0 und 2,2 µg/l. Die Siliziumkonzentration erreichte Werte von 0,9 bis 1,5 mg/l. Das deutlich kleinere Südbecken des Senftenberger Sees weist eine maximale Tiefe von rund 17 Metern auf. Es war wegen seiner kompakteren Form und der geringeren Windangriffsfläche im Untersuchungszeitraum von Anfang Mai bis September 2007 geschichtet. Dieser Seeteil hat mit pH-Werten nur wenig über 3 einen stark sauren Charakter. Das Wasser war mittelhart und wies eine deutliche Azidität auf. Die Karbonathärte betrug < 0,01 mmol/l. Aus diesem Grund blieb der TIC im Mittel unter 0,3 mg/l. Gesamteisen lag infolge des niedrigen pH-Wertes in Konzentrationen zwischen 2,5 und 4,9 mg/l vor. Die Leitfähigkeit schwankte von 790 bis 850 µS/cm und war damit deutlich höher als im Nordbecken. Der $K_{B4,3}$ betrug immerhin 0,6 – 1,0 mmol/l. Lediglich in Grundnähe kam es während der Stagnationsphase zu einem Sauerstoffdefizit. Die Sichttiefe war in der Regel mit Werten zwischen 6,6 und 13,0 m hoch. Lediglich bei der Untersuchung Ende Mai war das Wasser mit einer Sichttiefe von lediglich 2,5 m stärker getrübt. Die euphotische Zone erstreckte sich somit meist bis zum Grund. Der Nitratgehalt war mit 0,33 bis 0,40 mg/l N gering. Die Ammoniumkonzentration lag mit Werten von 0,26 bis 1,0 mg/l N meist deutlich über dem Nitratgehalt. Dies ist für saure Gewässer nicht ungewöhnlich, da hier die Nitrifikation gehemmt ist. Die SRP-Gehalte lagen überwiegend unter der Bestimmungs-

grenze von <0,002 mg/l P. Maximal wurden Anfang Mai 0,005 mg/l SRP gemessen. Die TP-Konzentration bewegte sich zwischen <0,01 mg/l P und 0,05 mg/l P. Die Konzentration an Chlorophyll a war mit Werten zwischen <0,2 und 1,6 µg/l im gesamten Untersuchungszeitraum gering. Die Siliziumkonzentration erreichte mit 6,6 bis 7,6 mg/l recht hohe Werte.

Nachfolgend werden vier charakteristische Transekte beschrieben.

Transekt 1 liegt im Südwesten („Südsee“). Das Wasser wies an diesem Transekt im September 2007 einen stark sauren pH-Wert von 3,4 auf. Dementsprechend lag der TIC-Gehalt unter der Bestimmungsgrenze von 0,3 mg/l und die Konzentration von Eisen_{gesamt} war mit 2,6 mg/l relativ hoch. Das Wasser war mittelhart und wies eine deutliche Azidität auf. Die Karbonathärte war mit < 0,01 mmol/l sehr gering. Die Leitfähigkeit erreichte 830 mS/cm. Der $K_{B4,3}$ betrug 0,8 mmol/l. Der Nitratgehalt war mit 0,8 mg/l N gering. Die Ammoniumkonzentration lag mit 0,9 mg/l N leicht über dem Nitratgehalt. Die Phosphatgehalte (SRP und TP) blieben unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen von <0,002 bzw. <0,01 mg/l P. Die Konzentration an Chlorophyll a war mit 0,7 µg/l gering. Die Siliziumkonzentration erreichte mit 7,3 mg/l einen recht hohen Wert.

Transekt 2 liegt am Südost-Ufer (Großkoschen). Dieser Abschnitt wird als Badeufer genutzt. Er liegt am östlichen Ende des Nordbeckens unmittelbar am Ausgang des

Tabelle 2: Physikalisch-chemische Parameter, Mischprobe euphotische Zone, tiefste Stelle Senftenberger See, (Nordbecken), 8 Termine 2007

Kriterium	Einheit	Minimum	Mittelwert	Maximum
pH-Wert	[-]	7,10	7,44	7,72
LF (25°C)	[µS/cm]	619	626	640
O ₂ -Gehalt	[mg/l]	8,2	9,3	10,8
O ₂ -Sättigung	[%]	89	96	102
Sichttiefe	[m]	2,7	3,8	4,5
abfiltr. Stoffe	[mg/l]	0,4	5,0	9,6
Ammonium	[mg/l N]	<0,03	0,04	0,08
Nitrit	[mg/l N]	0,003	0,007	0,015
Nitrat	[mg/l N]	0,80	1,03	1,30
anorgan. geb. N	[mg/l N]	0,9	1,1	1,4
gesamt-N	[mg/l N]	1,1	1,8	3,2
o-Phosphat	[mg/l P]	<0,002	0,003	0,006
Gesamtposphat	[mg/l P]	<0,01	0,018	0,070
Chl a	[µg/l]	0,7	1,5	2,2
Phaeophytin	[µg/l]	0,3	0,7	1,4
KS _{4,3}	[mmol/l]	0,45	0,53	0,60
KB _{8,2}	[mmol/l]	0,05	0,07	0,10
Gesamthärte	[mmol/l]	2,01	2,29	2,51
TIC	[mg/l]	5,16	5,86	6,35
TOC	[mg/l]	4,2	6,7	13,6
DOC	[mg/l]	1,4	5,4	13,2
Ca	[mg/l]	58,4	67,6	74,2
Mg	[mg/l]	13,5	14,6	16,1
Si	[mg/l]	0,83	1,14	1,48
Chlorid	[mg/l]	35	42	45
Sulfat	[mg/l]	166	180	195

Tabelle 3: Physikalisch-chemische Parameter, Mischprobe euphotische Zone, tiefste Stelle Senftenberger See (Südbecken), 8 Termine 2007

Kriterium	Einheit	Minimum	Mittelwert	Maximum
pH-Wert	[-]	3,21	3,34	3,41
LF (25°C)	[µS/cm]	807	824	841
O ₂ -Gehalt	[mg/l]	9,2	9,8	10,9
O ₂ -Sättigung	[%]	91	99	104
Sichttiefe	[m]	2,5	9,1	13,0
abfiltr. Stoffe	[mg/l]	0,4	3,6	10,8
Ammonium	[mg/l N]	0,26	0,81	0,98
Nitrit	[mg/l N]	<0,001	<0,002	0,002
Nitrat	[mg/l N]	0,33	0,37	0,40
anorgan. geb. N	[mg/l N]	0,6	1,2	1,3
gesamt-N	[mg/l N]	1,2	1,7	2,5
o-Phosphat	[mg/l P]	<0,002	0,002	0,005
Gesamtposphat	[mg/l P]	<0,01	0,020	0,050
Chl a	[µg/l]	0,1	1,1	1,6
Phaeophytin	[µg/l]	0,1	0,2	0,5
KB _{4,3}	[mmol/l]	0,60	0,76	1,00
KB _{8,2}	[mmol/l]	0,90	1,01	1,15
Gesamthärte	[mmol/l]	1,95	2,29	2,47
TIC	[mg/l]	<0,3	<0,3	0,83
TOC	[mg/l]	0,6	3,8	9,8
DOC	[mg/l]	0,2	1,6	5,5
Ca	[mg/l]	51,8	64,7	70,3
Mg	[mg/l]	15,1	16,4	17,4
Si	[mg/l]	6,58	7,14	7,59
Chlorid	[mg/l]	22	25	26
Sulfat	[mg/l]	253	266	272

südöstlich verlaufenden Verbindungskanals zum Südbecken. Das Wasser wies im September 2007 einen nahezu neutralen pH-Wert von 7,3 auf. Der Gehalt an anorganischen Kohlenstoff TIC erreichte 4,7 mg/l. Der Gehalt an Gesamteisen war mit 0,9 mg/l mäßig. Das mittelharte Wasser wies mit einem $K_{S4,3}$ von 0,55 mmol/l eine geringfügige Alkalinität auf. Die Karbonathärte betrug 0,55 mmol/l. Die Nitratkonzentration war mit 0,9 mg/l N gering. Die Ammoniumkonzentration blieb vor allem infolge der bei circumneutralen Verhältnissen guten Bedingungen für die bakterielle Nitrifikation mit nur 0,04 mg/l N deutlich unter dem Wert des eingangs beschriebenen Transektes im sauren Südbecken. Der Gehalt an ortho-Phosphat-Phosphor (SRP) überschritt mit 0,002 mg/l P knapp die Bestimmungsgrenze, während der TP-Gehalt unter 0,01 mg/l P blieb. Die Konzentration von Chlorophyll a betrug lediglich 0,9 µg/l. Die Siliziumkonzentration war mit 1,7 mg/l relativ klein.

Transekt 3 liegt am nordöstlichen Ufer der Insel. Das Ufer ist sehr flach und erreicht auch nach 150 m Länge erst eine Tiefe von 1,4 m. An diesem Transekt hatte das Wasser im September 2007 einen leicht alkalischen pH-Wert von 7,9. Der Gehalt an anorganischen Kohlenstoff TIC erreichte 5,6 mg/l. Es lag mit 0,3 mg/l nur wenig Gesamteisen vor. Das mittelharte Wasser wies eine gering ausgeprägte Alkalinität auf. Der $K_{S4,3}$ betrug 0,4 mmol/l. Die Karbonathärte lag bei 0,4 mmol/l. Der Nitratgehalt war mit 0,8 mg/l N gering. Die Ammoniumkonzentration lag mit 0,06 mg/l N auf einem ähnlichen Niveau, wie an Transekt 2. Die Phosphatgehalte (SRP und TP) lagen unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen. Der Chlorophyllgehalt errei-

chte lediglich 1,0 µg/l. Die Siliziumkonzentration war mit 0,8 mg/l gering.

Transekt 4 liegt am Nordufer (Senftenberg) und ist unmittelbar von der Schwarzen Elster beeinflusst. In diesem Bereich hatte das Wasser einen leicht alkalischen pH-Wert von 7,6. Der Gehalt an anorganischen Kohlenstoff TIC betrug 5,5 mg/l. Der Gehalt an Gesamteisen war mit 0,2 mg/l gering. Das Wasser war mittelhart und zeigte mit einem $K_{S4,3}$ von 0,6 mmol/l eine geringfügige Alkalinität. Die Karbonathärte betrug 0,6 mmol/l. Nitrat war mit 0,8 mg/l N nur in geringen Mengen vorhanden. Der Ammoniumgehalt war mit 0,04 mg/l ähnlich gering, wie bei den anderen zwei vorgestellten Transekten im Nordbecken. Die Phosphatgehalte (SRP und TP) blieben unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen. Die Chlorophyllkonzentration lag bei 1,0 µg/l. Der Siliziumgehalt war mit 0,9 mg/l gering.

5 Ergebnisse Makrophyten

Am Ufer von Transekt 1 im Südwesten („Südsee“) befand sich ein Schilf-Röhricht (Scirpo-Phragmitetum), das bis zu einer Wassertiefe von ca. 1 m reichte. Danach schlos-

sen sich Reinbestände von *Juncus bulbosus* an.

Die flachen Bereiche von Transekt 2 am Südost-Ufer (Großkoschen) waren aufgrund der Badenutzung fast frei von Makrophyten, lediglich *Juncus bulbosus* trat in geringer Menge auf. In der Tiefenzone von 0,3-0,8 m schlossen sich Dominanzbestände von *Eleocharis acicularis* und *Nitella flexilis/opaca* an. Bemerkenswert ist das gemeinsame Auftreten der Weichwasserart *Juncus bulbosus* und der Hartwasserart *Potamogeton nodosus*. Ohne Bewuchs war der Bereich von 0,8-1,3 m Tiefe. In der Tiefenzone von 1,3-1,8 m schlossen sich wiederum Dominanzbestände von *Nitella flexilis/opaca* an. Hierauf folgte eine Zone, die von *Eleocharis acicularis* bestimmt war (1,8-2,9 m Tiefe). Den Abschluss der Vegetation bildeten bis zu einer Tiefe von 3,3 m verschiedene Arten mit geringer Deckung. Im Flachwasser von Transekt 3 am nordöstlichen Ufer der Insel dominierte *Littorella uniflora* auf einer Länge von fast 12 m. Im Flachwasser traten Helophyten, in der Zone von 0,2 bis 0,5 m Wassertiefe kam *Chara virgata* hinzu. Hieran schloss sich eine Zone an, die von *Najas marina* ssp. *intermedia* bestimmt war. Hier fanden sich auch verschiedene andere Hydrophyten. Im Bereich

Tiefe (m)	0-0,3	0,3-0,8	0,8-1,3	1,3-1,8	1,8-2,9	2,9-3,3
Länge (m)	0-14,1	14,1-22	22-28,1	28,1-32,4	32,4-59,2	59,2-72,5
<i>Juncus bulbosus</i>	0.2	0.1		+		
<i>Eleocharis acicularis</i>		3			7	0.1
<i>Nitella flexilis/opaca</i>		3		6		
<i>Potamogeton nodosus</i>		0.4		0.4		
<i>Chara virgata</i>				0.2		+
<i>Potamogeton pusillus</i>				+	+	0.1
<i>Sagittaria sagittifolia</i>				+		
<i>Myriophyllum spicatum</i>					0.1	0.1
<i>Utricularia australis/vulgaris</i>					+	0.1
<i>Potamogeton alpinus</i>					+	
<i>Elodea canadensis</i>						+
<i>Elatine spec.</i>						+

Tiefe (m)	0-1,1	1,1-1,6
Länge (m)	0-3,3	3,3-39
<i>Phragmites australis</i>	9	
<i>Callierigonella cuspidata</i>	0.2	
<i>Juncus bulbosus</i>		9



Abb. 3
In Transekt 1 bildet *Juncus bulbosus* dichte Bestände

Foto: K. van de Weyer



Abb. 4
In Transekt 2 kommen *Juncus bulbosus* und *Potamogeton nodosus* zusammen vor

Foto: K. van de Weyer

Tabelle 6: Transekt 3

Tiefe (m)	0-0,2	0,2-0,5	0,5-0,8	0,8-1,4
Länge (m)	0-3,5	3,5-11,7	11,7-116	116-150
<i>Littorella uniflora</i>	4	9		
<i>Elatine hexandra</i>	0.1			
<i>Phragmites australis</i>	3			
<i>Eleocharis palustris</i> agg.	2			
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+			
<i>Chara virgata</i>		0.1	0.4	0.4
<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i>			2	1+
<i>Eleocharis acicularis</i>			0.2	7
<i>Nitella flexilis/opaca</i>			0.1	0.4
<i>Potamogeton nodosus</i>			0.1	
<i>Potamogeton pectinatus</i>			0.4	
<i>Potamogeton pusillus</i>			0.1	0.2
<i>Chara braunii</i>				0.1
<i>Chara contraria</i>				0.2

Tabelle 7: Transekt 4

Tiefe (m)	0-1,2	1,2-2,7	2,7-4,2
Länge (m)	0-52,2	52,2-60,5	60,5-76
<i>Najas intermedia</i>	2	0.2	0.4
<i>Potamogeton nodosus</i>	0.1	7	
<i>Elatine hexandra</i>	0.4		
<i>Myriophyllum spicatum</i>	0.4	0.2	
<i>Nitella flexilis/opaca</i>	0.2		
<i>Chara contraria</i>		0.1	

von 0,8 bis 1,4 m Wassertiefe schloss sich eine über 100 m lange Zone an, die von *Eleocharis acicularis* dominiert war. Auffällig ist hierbei das Auftreten von vier Armleuchteralgen, von denen *Chara contraria* und *C. braunii* ihren Schwerpunkt in karbonatreichem Wasser haben.

In der Tiefenzone von Transekt 4 am Nordufer (Senftenberg) bis 1,2 m dominierte *Najas marina* ssp. *intermedia*, hierauf folgte eine Zone, die von *Potamogeton nodosus* bestimmt war. Den Abschluss bildeten Einartbestände von *Najas marina* ssp. *intermedia* mit geringer Deckung.

Außerdem wurden in den übrigen Transekten bzw. außerhalb der Transekte das Pilularietum globuliferae und *Utricularia minor* reiche *Juncus bulbosus*-Bestände auch im Jahr 2007 nachgewiesen.

6 Diskussion

Die nachgewiesenen aquatischen Makrophyten sind in Tabelle 6 dargestellt. Neben fünf Weichwasser- wurden auch vier Hartwasserarten nachgewiesen. Hierbei bleibt zu berücksichtigen, dass Weichwasserarten wie *Juncus bulbosus* und *Utricularia minor*

auch bei höheren Karbonatgehalten vorkommen können (PIETSCH 1973), dies trifft auch in Bezug auf andere Parameter wie z.B. den pH-Wert zu. Auch die Hartwasserart *Najas marina* ssp. *intermedia* kommt in mäßig karbonatreichen Gewässern vor (DOLL 1981, PIETSCH 1981). Die Anteile der Weichwasser- und Hartwasserarten sind im Senftenberger See räumlich sehr unterschiedlich. Während im Südwesten (s. Transekt 1) nur Weichwasserarten vorkommen und Hartwasserarten fehlen, ist das Verhältnis am Nordufer (s. Transekt 4) umgekehrt. Daneben sind Bereiche (s. Transekt 2, 4) vorhanden, wo Weichwasser- und Hartwasserarten gemeinsam auftreten. Die nachgewiesenen Weichwasserarten (Tab. 6) haben ihren Schwerpunkt in oligo- bis mesotrophen Gewässern, während die Hartwasserarten weitere Amplituden in Bezug auf die Trophie aufweisen.

Gemeinsames Auftreten von Weichwasser- und Hartwasserarten ist ein seltenes Phänomen. So kommen z.B. *Potamogeton polygonifolius* und *P. coloratus* gemeinsam in Belgien (DENYS et al. 2006), auf der niederländischen Insel Texel (BRUIN 1997) und in Großbritannien (HESLOP-HARRISON 1949, BRUIN 1997) vor. Im Buitengoor bei Mol



Abb. 5

In Transekt 3 bilden im tiefen Wasser *Eleocharis acicularis* und Armleuchteralgen große Bestände

Foto: P. Tigges



Abb. 6

In Transekt 4 dominiert *Najas marina* ssp. *intermedia*

Foto: P. Tigges

(Belgien) kommen ebenfalls Weichwasserarten wie *Juncus bulbosus* und *Potamogeton polygonifolius* zusammen mit der Hartwasserart *Chara hispida* vor (BRUIN & VAN DE WEYER, n. publ.). BRUIN (1997) gibt als Voraussetzung für das gemeinsame Auftreten von Weichwasser- und Hartwasserarten ein „spezifisches intermediäres Milieu zwischen deutlich basischen, kalkreichen und hartem Wasser einerseits und mehr oder weniger saurem, kalkarmem, weichen Wasser andererseits“ an. Im Senftenberger See ist das gemeinsame Auftreten von Weichwasser- und Hartwasserarten durch die geogene Ausgangssituation (s. Kap. 3) in Verbindung mit dem nährstoffarmen, karbonatarmen Grundwasser und dem nährstoffreichen, karbonatreichen Wasser der Schwarzen Elster zu erklären.

Im Senftenberger See mischen sich jedoch nicht nur Weichwasser- und Hartwasserarten, sondern auch oligo- und eutraphente Arten. Dies macht die Besonderheit des Senftenberger Sees aus Sicht der Makrophyten aus. Gleichzeitig lässt sich der Senftenberger See nur schwer den von MATHES et al. (2002) beschriebenen Seentypen zuordnen. In Hinblick auf die Einstufung und Bewertung nach EG-WRRL bliebe zu prüfen, ob im

Tabelle 8: Ökologische Charakterisierung der nachgewiesenen aquatischen Makrophyten und deren Nachweise von 1968-2007

	Trophie	1968	1976	1978	1980	1992	2007
Schwerpunkt im Weichwasser:							
<i>Juncus bulbosus</i>	oligo- bis mesotroph	X	X	X	X	X	X
<i>Utricularia minor</i>	oligo- bis mesotroph				X	X	X
<i>Littorella uniflora</i>	oligo- bis mesotroph			X	X	X	X
<i>Pilularia globulifera</i>	oligo- bis mesotroph			X	X	X	X
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	oligo- bis mesotroph			X	X	X	X
<i>Luronium natans</i>	oligo-bis mesotroph				X	X	
Schwerpunkt im Hartwasser:							
<i>Chara braunii</i>	oligo- bis polytroph					X	X
<i>Chara contraria</i>	oligo- bis polytroph				X	X	X
<i>Najas intermedia</i>	oligo- bis polytroph						X
<i>Potamogeton nodosus</i>	meso- bis polytroph						X
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	oligo-bis mesotroph				X	X	
indifferent:							
<i>Chara virgata</i>	oligo- bis eutroph					X	X
<i>Nitella flexilis/opaca</i>	oligo- bis eutroph					X	X
<i>Potamogeton alpinus</i>	oligo- bis eutroph			X	X	X	X
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	oligo- bis eutroph					X	X
<i>Utricularia australis/vulgaris</i>	oligo- bis eutroph					X	X
<i>Eleocharis acicularis</i>	oligo- bis polytroph			X	X	X	X
<i>Elatine hexandra</i>	oligo- bis polytroph			X	X	X	X
<i>Myriophyllum spicatum</i>	oligo- bis polytroph			X	X	X	X
<i>Potamogeton pectinatus</i>	oligo- bis polytroph				X	X	X
<i>Potamogeton pusillus</i>	oligo- bis polytroph			X	X	X	X
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	meso- bis polytroph				X	X	X
<i>Elodea canadensis</i>	meso- bis polytroph				X	X	X

Senftenberger See ggf. verschiedene Wasserkörper ausgewiesen werden sollten.

Auch im Hinblick auf die Gewässertypologie der Tagebauseen Ost-Deutschlands von PIETSCH (1995) ist der Senftenberger See bemerkenswert, da er gleichzeitig unterschiedliche Alterungsstadien aufweist. So wurden im Jahr 2007 Ausbildungen der „Frühstufe“ (*Juncus bulbosus*-Dominanzbestände), der „Übergangstufe“ (*Utricularia minor*-reiche *Juncus bulbosus*-Bestände, *Pilularia globulifera* reiche-Bestände) und Makrophytenbestände des „Altersstadiums“ (*Eleocharis acicularis*- und *Littorella uniflora*-reiche Bestände) nachgewiesen. PIETSCH (1995) gibt zudem für das „Altersstadium“ Laichkraut-Tausenblatt-reiche Wasserpflanzenvegetation an. Beschreibungen mit hohen Anteilen von *Najas marina* ssp. *intermedia* und *Potamogeton nodosus* aus Tagebauseen lagen bisher nicht vor.

Im Verlaufe der Entwicklung ließen sich unterschiedliche Vegetationsformen feststellen. Es waren Bestände verschiedener Röhrcharten, die Erstbesiedlungsvegetation der Zwiebelbinsen-Rasen, die Vegetation von Grundsorpsarten der Strandlingsrasen und Nadelbinsenfluren, die Vegetation submerger Wasserpflanzenarten sowie Initialstadien von Armleuchteralgen.

Mit dem Beginn der Flutung lag ab 1968 ein makrophytenfreies Initialstadium vor; die Wasser- und Uferbereiche waren völlig vegetationsfrei. Seit 1970 kam es in den Flachwasserzonen zur Ausbildung erster Initialstadien verschiedener Röhrcharten,

wie *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Schoenoplectus lacustris* und *Sparganium erectum*, die sich zu Einart-Dominanzbeständen entwickelten. Die einzelnen Arten umwuchsen einander ohne sich zu durchdringen (PIETSCH 1965).

Bereits 1971 trat *Juncus bulbosus* im Inundations- und Flachwasserbereich auf sandigen Kippsubstraten auf und bildete als Pionierart Zwiebelbinsen-Dominanzbestände im Senftenberger See. Als amphibische Art entfaltet die Zwiebelbinse sowohl flutende und untergetauchte, dichte Unterwasserrasen bis in 6 m Wassertiefe, als auch ausgedehnte, niedrigwüchsige Matten im semiterrestrischen Bereich. Die Art ist befähigt, freie, im Wasser gelöste Kohlensäure (CO₂) als C-Quelle zur Assimilation zu nutzen und sich gleichzeitig durch Eisenplaques-Bildung vor dem Eindringen des 2-wertigen Eisens in die Pflanze zu schützen. Dabei kommt es zu Eisen(III)hydroxid-reichen Ablagerungen auf den bisher sandigen Gewässersedimenten und zu einer Verminderung des Gehaltes an 2-wertigem Eisen im Wasserkörper. Diese werden von *Juncus bulbosus* überwachsen und es kommt zur Herausbildung der dichten Zwiebelbinsen-Rasen, wie sie gegenwärtig im Südschlauch auf reduktiven Substraten immer noch anzutreffen sind. Die Art erweist sich ähnlich den Röhrcharten gegenüber der Mehrzahl der hydrochemischen Parameter als tolerant (PIETSCH 1982). Sie besiedelt sowohl Gewässer mit geringen als auch solche mit extrem hohen

Gesamt-Härtegraden, und verhält sich wie eine Landpflanze, die kurzzeitig unter Wasser gebracht wird. Diese ausgedehnten *Juncus bulbosus*-Rasen können im Verlauf der Sukzession von Arten der Zweizahnfluren (Bidentetea) bzw. verschiedenen Röhrcharten (Phragmitetea) durchwachsen.

Als Folge der Flutung und dem weiteren Durchleiten des Wassers der Schwarzen Elster wurden im Elster- oder Hauptbecken und im Nordbecken Voraussetzungen für die Existenz höherer Wasserpflanzen geschaffen (PIETSCH 1990a, 1998a). Seit 1978 kam es bereits zum Auftreten lockerer Bestände einer Vegetation submerger Wasserpflanzenarten, wie *Potamogeton alpinus* und *P. pusillus*; erste Vorkommen von *Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton pectinatus* wurden registriert. Bereits 1980 kam es an verschiedenen Stellen des Sees, vor allem im westlichen Inselbereich, auf den von Mergelbrocken durchsetzten Kipplehmen, zur Ausbildung lockerer Initialstadien von *Chara contraria*, von zunächst geringem Ausmaß. Bemerkenswert war das gemeinsame Auftreten von *Chara virgata*, *Ch. braunii* und *Nitella flexilis* zusammen mit *Eleocharis acicularis* auf sandigen Gewässersedimenten im Jahr 1986. Wie die Ergebnisse der Transekte 2, 3 und 4 zeigen, hat sich eine stabile Characeen-Vegetation innerhalb der Nadelbinsenrasen entwickelt.

Auf den durch Böschungsrutschungen und Erosion entstandenen sandigen Gewässersedimenten im Inselbereich entstanden bereits 1978 erste Stadien zukünftiger Strandlingsrasen und Nadelbinsenfluren, die von *Littorella uniflora*, *Eleocharis acicularis*, *E. palustris*, *Chara braunii*, *C. virgata* und im Inundationsbereich von *Luronium natans*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Ranunculus flammula*, *Elatine hexandra* und *Deschampsia setacea* besiedelt wurden. Bereits 1980 wurden erste Ausbildungen von *Littorella uniflora* zusammen mit *Eleocharis acicularis* und *Pilularia globulifera* im westlichen und nordöstlichen Flachwasserbereich der Insel angetroffen (PIETSCH 1990b). In der Zwischenzeit hatten sich die Bestände etabliert und über größere Flächen ausgebreitet, wie sie durch die Tauchgänge der Transekte 2, 3 und 4 belegt werden. Es handelt sich um Arten der Heideseen, Sandgruben und Fischteiche, die in der Bergbaunachbarschaft gegenwärtig noch reichlich vorhanden sind.

In flachen Buchten mit geringem Wasseraustausch, denen reduktive Substrate fehlen, bzw. durch Sand überlagert sind, traten 1980 *Utricularia minor*, *Sparganium natans*, *Ranunculus flammula* und vereinzelte Exemplare von *Juncus bulbosus* zwischen lockeren Röhrchartbeständen auf. Dieses fragmentarische Utricularietum minoris konnte 2007 erneut bestätigt werden. In einzelnen Buchten im nördlichen und westlichen Inselbereich konnten 1980 und 1992 lockere Bestände von *Potamogeton polygonifolius*, *Utricularia minor* und *Juncus bulbosus* festgestellt werden.

7 Bewertung

Der Senftenberger See gehört zu den künstlichen Gewässern, für die nach der EG-Wasser-Rahmen-Richtlinie das gute ökologische Potenzial zu erreichen ist. Eine Bewertung des überwiegend sauren Gewässers mit den Makrophytenbewertungsverfahren PHYLIB (SCHAUMBURG et al. 2007) und MIB (PÄZOLT 2007) führt zu sehr schlechten Bewertungsergebnissen (Bewertung 4). Das liegt daran, dass sowohl die für neutrale und kalkreiche Seen typischen oligotraphenten Arten nicht dominanzbildend sind als auch die Tiefenausbreitung der Makrophyten nicht den für diesen morphologischen Typ erwarteten Werten entspricht. Eine Bewertung des Senftenberger Sees mit den beiden, lediglich an karbonatischen Seen gezeigten Verfahren wäre ohnehin nicht zulässig (gleiches trifft auch auf alle anderen biologischen Bewertungsverfahren nach WRRL zu). Insofern wurden die biologischen Verfahren hier nicht eingesetzt. Vom Landesumweltamt Brandenburg wird zusätzlich zu den biologischen und rein chemischen Qualitätskomponenten der LAWA-Trophieindex, der als eigenes Bewertungsverfahren im Sinne der WRRL erweitert wurde (SCHÖNFELDER 2005), zur Bewertung der Zielerreichung nach WRRL verwendet. Danach ist der See im guten Zustand. Da er zudem einen hohen naturschutzfachlichen Wert hat, wurde der Senftenberger See insgesamt mit gut bewertet.

Aus naturschutzfachlicher Sicht sind die Nachweise von 13 höheren Pflanzenarten und vier Armeleuchteralgen der Roten Listen Brandenburgs (RISTOW et al. 2006, SCHMIDT et al. 1996) bemerkenswert (Tab. 7). Hierbei sind drei floristische Besonderheiten erwähnenswert. *Potamogeton nodosus* kommt in Ostdeutschland (BENKERT et al. 1996) nur im Bereich großer Fluss- und Stromauen vor. Die Art ist in Ostdeutschland selten, in Brandenburg ist sie als „vom Aussterben bedroht“ eingestuft (RISTOW et al. 2006). Aus der Schwarzen Elster sind Nachweise von JENS PÄZOLT bekannt. Diese Art dürfte über die Schwarze Elster in den Senftenberger See gelangt sein. In den letzten Jahren gelangen zudem Nachweise im Markleeberger See bei Leipzig (VAN DE WEYER 2006) und im Tegeler See in Berlin (HILT et al. 2009).

In Brandenburg ist *Littorella uniflora* ebenfalls als „vom Aussterben bedroht“ eingestuft (RISTOW et al. 2006). Diese Art bildet große Bestände im Uferbereich der Insel, die wahrscheinlich die größten Vorkommen in Brandenburg darstellen. Diese Vorkommen sind als FFH-Gebiet gesichert: Der Senftenberger See ist als FFH-Gebiet DE-4550-302/Insel im Senftenberger See (890,94 ha) ausgewiesen. Neben verschiedenen terrestrischen ist auch der aquatische Lebensraumtyp „3130- oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea“ angegeben (MLUV BRAN-

Tabelle 9: Vorkommen von Pflanzenarten der Roten Listen Brandenburgs im Senftenberger See im Jahr 2007

	Roten Liste Brandenburg*		Vorkommen im Senftenberger See
Höhere Pflanzen:			
<i>Elatine hexandra</i>	2	Sechsmänniges Tännel	verbreitet im Bereich der Insel
<i>Eleocharis acicularis</i>	3	Nadel-Sumpfsimse	Verbreitet
<i>Littorella uniflora</i>	1	Strandling	große Bestände im Bereich der Insel
<i>Myriophyllum spicatum</i>	V	Ähren-Tausendblatt	Verbreitet
<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i>	3	Großes Nixkraut	Verbreitet
<i>Pillularia globulifera</i>	2	Pillenfarne	Selten, nur außerhalb der Transekte
<i>Potamogeton alpinus</i>	2	Alpen-Laichkraut	Selten
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	2	Stumpfbältriges Laichkraut	sehr selten
<i>Potamogeton nodosus</i>	1	Knoten-Laichkraut	Verbreitet
<i>Potamogeton pusillus</i>	3	Zwerg-Laichkraut	Verbreitet
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	V	Gewöhnliches Pfeilkraut	Selten
<i>Utricularia minor</i>	2	Kleiner Wasserschlauch	sehr selten
<i>Utricularia vulgaris</i> agg.	3	Wasserschlauch	Selten
Armeleuchteralgen:			
<i>Chara braunii</i>	0	Braun's Armeleuchteralge	sehr selten
<i>Chara contraria</i>	2	Gegensätzliche Arml.	Selten
<i>Chara virgata</i>	2	Feine Armeleuchteralge	Verbreitet
<i>Nitella flexilis/opaca</i>	2	Glanzleuchteralge	Verbreitet

*Gefährdung nach RISTOW et al. (2006): höhere Pflanzen bzw. SCHMIDT et al. (1996): Armeleuchteralgen: 0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste

DENBURG 2008, LUA BRANDENBURG 2002). Die dritte floristische Besonderheit stellt der Nachweis von *Chara braunii* dar. Diese Art hat in Deutschland ihren Verbreitungsschwerpunkt in Fischteichen. *Chara braunii* galt in Brandenburg als „ausgestorben“ (SCHMIDT et al. 1996), jedoch wurde die Art wie in anderen Bundesländern in den letzten Jahren auch in Brandenburg in Fischteichen nachgewiesen (PETZOLD 2004, PIETSCH 2004). Vorkommen aus Tagebauseen waren bisher jedoch nicht bekannt.

2007 nicht mehr bestätigt werden konnten die folgenden Arten: *Deschampsia setacea*, *Luronium natans*, *Sparganium natans* und *Potamogeton polygonifolius*.

Literatur

- BENKERT, D.; FUKAREK, F. & KORSCH, H. 1996: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. G. Fischer Verl. 615 S.
- BLOEMENDAHL, F. H. J. L. & ROELOFS, J. G. M. 1988: Waterplanten en waterkwaliteit. Natuurhistorische Bibliotheek van de KNNV 45. Utrecht 189 pp.
- BLÜMEL, C.; DOMIN, A.; KRAUSE, J.; SCHUBERT, M., SCHIEWER, U. & SCHUBERT, H. 2002: Der historische Makrophytenbewuchs der inneren Gewässer der deutschen Ostseeküste. Rostocker Merresbiol. Beitr. 10. 133 S.
- BLÜMEL, C. & RAABE, U. 2004: Vorläufige Checkliste der Characeen Deutschlands. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 13: 9-26
- BRUIJN, K. 1997: Over herkenning, voorkomen en oecologie van Weegbree-fonteinkruid (*Potamogeton coloratus* Hornem.) in Nederland. Gorteria 23: 49-69
- CASPER, S. J. & KRAUSCH, H.-D. 1980/1981: Pteridophyta u. Anthophyta, 1.-2. Teil. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 23, 24
- DENYS, L.; PACKET, J.; DE BECKER, P.; WOUTERS, J.; BOSCH, H. & SCHELDENAN, K. 2006: Nieuwe vindplaatsen van *Potamogeton coloratus* in Vlandereen (Belgien). Dumorteria 90: 19-24
- DOLL, R. 1981. Das ökologisch-soziologische Verhalten von *Najas major* s.l. Limnologia 13: 473-484

- GESSNER, F. 1955: Hydrobotanik, VEB Dt. Verl. der Wissensch. Berlin. Bd. 1. 517 S.
- HESLOP-HARRISON, J. W. 1949: Potamogetons in the Scottish Western Isles, with some remarks on the general natural history of the species. Trans. & Proc. Bot. Soc. Edinburgh 35:1-25
- HILT, S.; WEYER, K. VAN DE; KOHLER, A. & CHORUS, I. 2009: Submerged macrophytes responses to reduced phosphorus concentration in two peri-urban lakes. Restoration Ecology. in press
- KOHLER, A. 1978: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. Landschaft und Stadt 10: 73-85
- KOPERSKI, M.; SAUER, M.; BRAUN, W. & GRADSTEIN, S. R. 2000: Referenzliste der Moose Deutschlands. Schriftenr. für Vegetationskd. Bonn. 34. 519 S.
- KRAUSE, W.; 1997: Charales (Charophyceae). In: ETTL, H.; GÄRTNER, G.; HEYNIG, H. & MOLLENHAUER, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. G. Fischer Verl. 18. 202 S.
- LONDO, G. 1974: The decimal scale for relevés of permanent quadrats. In: Knapp, R. (ed.): Sampling methods in vegetation science. W. Junk Publishers, The Hague/Boston/London: 45-49
- Landesumweltamt BRANDENBURG 2002: Lebensräume und Arten der FFH-Richtlinie in Brandenburg. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 11: 175 S.
- Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV) () 2008: Natura 2000: Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Gebiete. www.mlur.brandenburg.de/cms/media.php/2338/ffhliste.pdf
- MATHES, J.; PLAMBECK, G. & SCHAUMBURG, J. 2002: Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km² zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. BTU Cottbus, Akt. Reihe 5/02: 15-23
- MELZER, A. 1994: Möglichkeiten einer Bioindikation durch submerse Makrophyten - Beispiele aus Bayern. Beitr. zur angew. Gewässerökologie Norddt. 1: 92-102
- MELZER, A. 1997: Wasserpflanzen und Gewässerversauerung an den Arberseen. LfU Schriftenreihe, H. 144: 99-110
- NIXDORF, B. 2000: Braunkohletagebauseen in Deutschland, Gegenwärtiger Kenntnisstand über wasserwirtschaftliche Belange von Braunkohletagebau-restlöchern, Abschlussbericht F & E Vorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes
- PÄZOLT, J. 2007: Der Makrophytenindex Brandenburg

- ein Index zur Bewertung von Seen. *Naturforsch. Landschaftspf. Bg.* 16: 116-121
- PETZOLD, S. 2004: Brauns Armeleuchteralge (*Chara braunii* Gmel 1826) in den Lakomaer und Peitzer Teichen. *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 137: 547-553
- PIETSCH, W. 1965: Die Erstbesiedlungsvegetation eines Tagebaugewässers. *Limnologica* 3: 177-222
- PIETSCH, W. 1972: Ausgewählte Beispiele für Indikatoreigenschaften höherer Wasserpflanzen. *Arch. Naturforsch. Landschaftsforsch.* 12: 121-151
- PIETSCH, W. 1973: Vegetationsentwicklung und Gewässergeneese in den Tagebauseen des Lausitzer Braunkohlen-Reviers. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung.* Berlin. 13: 187-217
- PIETSCH, W. 1981: Zur Bioindikation *Najas marina* L. s.l.- und *Hydrilla verticillata* (L. fil.) ROYLE-reicher Gewässer Mitteleuropas. *Feddes Repertorium* 92: 125-173
- PIETSCH, W. 1982: Makrophytische Indikatoren für die ökologische Beschaffenheit der Gewässer (Makrophytisches Indikationssystem). In: BREITIG, H.: *Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung.* 2. Aufl. Jena. 67-88
- PIETSCH, W. 1990a: Landschaftsgestaltung im Bezirk Cottbus, dargestellt am Beispiel des Senftenberger Sees. *Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-Nat. Klasse. Akademie Verl. Bd. 57.* 3: 29-38
- PIETSCH, W. 1990b: Erfahrungen über die Wiederbesiedlung von Bergbaufolgelandschaften durch Arten des atlantischen Florenelementes. *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz.* 64. 1: 65-68
- PIETSCH, W. 1995: Makrophyten als Zeiger für die Alterung von Abgrabungsseen des Lausitzer Braunkohle-Reviers in Abhängigkeit von Chemismus des Wasserkörpers und der Sedimentbeschaffenheit. *Limnologie aktuell* 7: 53-65
- PIETSCH, W. 1998: Sukzession der Vegetation im NSG „Insel im Senftenberger See“ (1970-1996). *Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Univ. Hohenheim Beiheft* 5: 54-68
- PIETSCH, W. 2004: Zur Verbreitung, Soziologie und Ökologie von *Chara braunii* Gmelin im südlichen Brandenburg. *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 137: 537-544
- POTT, R., REMY, D. 2000: *Gewässer des Binnenlandes.* Ulmer. Stuttgart. 255 S.
- RISTOW, M., HERRMANN, A., ILLIG, H., KLAGE, H.-C., KLEMM, G., KUMMER, V., MACHATZI, B., RÄTZEL, S., SCHWARZ, R. & ZIMMERMANN, F. 2006: Liste und Rote Liste der etablierten Gefäßpflanzen Brandenburgs. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 15 (4) 163 S.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C. & STELZER, D. 2007: Bewertung stehender Gewässer mit Makrophyten und Phytobenthos in Seen gemäß EG- WRRL; Teil a) Anpassung des Bewertungsverfahrens für natürliche Seen. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Endbericht im Auftrag der LAWA (Projekt Nr. O2.06). München. 31 S.
- SCHMIDT, D.; VAN DE WEYER, K.; KRAUSE, W.; KIES, L.; GARNIEL, A.; GEISSLER, U.; GUTOWSKI, A.; SAMIETZ, R.; SCHÜTZ, W.; VAHLE, H.-CH.; VÖGE, M.; WOLFF, P. & MELZER, A. 1995: Rote Liste der Armeleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands. *Schriften. für Vegetationskd.* 28: 547-566
- SCHONFELDER, J. 2005: Typspezifische Referenzbedingungen und höchstes ökologisches Potenzial. In: LUA Brandenburg: Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Bericht zur Bestandsaufnahme für das Land Brandenburg (C-Bericht): 36-39
- STELZER, D. 2003: Makrophyten als Bioindikatoren zur leitbildbezogenen Seebewertung – Ein Beitrag zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland. *Diss. TU München:* 140 S.
- WEYER, K. VAN DE 2006: Klassifikation und Bewertung der Makrophytenvegetation der großen Seen in Nordrhein-Westfalen gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie. LUA NRW, Merkblatt 52: 108 S. <http://www.lua.nrw.de/veroeffentlichungen/merkbl/merk52/merk52.pdf>
- WEYER, K. VAN DE 2007a: Zur aquatischen Flora und Vegetation der Talsperren in Nordrhein-Westfalen. *Decheniana.* 160: 15-24
- WEYER, K. VAN DE 2007b: Die Bedeutung von Tauchuntersuchungen bei der Erfassung von Makrophyten in Seen und Fließgewässern. *Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2006 (Dresden):* 708-713; 2007 (Werder)
- WEYER, K. VAN DE & SCHMIDT, C. 2007: Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armeleuchteralgen und Moose) in Deutschland. *im Auftr. MLUV. Nettetal, Potsdam.* 128 S.
- WIEGLEB, G. 1978: Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern. *Arch. Hydrobiol.* 83: 443-484
- Wisskirchen, R. & Haeupler, H. 1998 (Hrsg.): *Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands.* Ulmer. Stuttgart. 765 S.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Klaus van de Weyer, Patrick Tigges
lanaplan
Lobbericher Str. 5
D-41334 Nettetal
klaus.vdweyer@lanaplan.de

Jürgen Neumann,
IDUS Biologisch Analytisches Umweltlabor
GmbH
Radebergerstr. 1
D-01458 Ottendorf-Okrilla
r.kruspe@idus.de

Prof. Dr. Werner Pietsch
Am Tälchen 16
D-01159 Dresden
w.pietsch@gmx.de

Dr. Jens Pätzolt
Landesumweltamt Brandenburg
Seeburger Chaussee 2
D-14467 Potsdam
Jens.Paezolt@LUA.Brandenburg.de

BERNHARD KNEIDING, HANS PEPER

Hinweise zur Durchführung der Strategischen Umweltprüfung (nicht nur) für die Landschaftsrahmenplanung – ein neuer Leitfaden von Praktikern für Praktiker

Schlagwörter: Strategische Umweltprüfung, SUP, Landschaftsrahmenplanung, Landschaftsplanung

1 Einleitung

Im Juni 2009 veröffentlichten das Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV) und das Landesumweltamt Brandenburg (LUA) „Hinweise zur Durchführung der Strategischen Umweltprüfung (SUP) für die Landschaftsrahmenplanung im Land Brandenburg“ als fachliche Empfehlung. Anlass war die Neufassung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) nach dessen Regelungen Landschaftsrahmenpläne (LRP) zu den Plänen und Programmen gehören, für die obligatorisch eine SUP durchzuführen ist. Ergänzend wurde das Brandenburgische Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (BbgUVPG) angepasst. Es bestimmt die SUP-pflichtigen brandenburgischen Pläne und Programme und legt fest, dass für die Durchführung der SUP, ihre Voraussetzungen und die Überwachung der erheblichen Umweltauswirkungen die Vorschriften des UVPG entsprechend anzuwenden sind. Ziel der SUP ist eine frühzeitige Einbeziehung und angemessene Beschreibung, Bewertung und Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Ausarbeitung, Annahme (Beschluss) oder Änderung von bestimmten Plänen und Programmen. Damit sollen von diesen Plänen und Programmen ausgehende mögliche Auswirkungen auf die Umwelt bereits frühzeitig ermittelt, bewertet und in den Planungsprozess einbezogen werden. Bei der SUP handelt es sich demnach um ein Instrument des vorsorgenden Umweltschutzes, das die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für Vorhaben auf der „vorlaufenden“ Plan- und Programmebene ergänzt. Die SUP ist dabei unselbstständiger Teil des behördlichen Verfahrens zur Aufstellung oder Änderung von Plänen und Programmen. Welche Pläne und Programme einer SUP zu unterziehen sind, war im Gesetzgebungsverfahren zur Umsetzung der SUP-Richtlinie (Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme) in deutsches Recht umstritten. Dies gilt insbesondere für die Landschaftsplanung, welche die Erfordernisse und Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege darstellt und begründet und bei der im Regelfall davon auszugehen ist, dass deren rahmensetzende Planinhalte

keine erheblichen negativen Umweltauswirkungen vorbereiten, sondern vielmehr auf eine Verbesserung der Umweltsituation abzielen. Mit Aufnahme der „Landschaftsplanungen nach §§ 15 und 16 des Bundesnaturschutzgesetzes“ in die Liste „SUP-pflichtiger Pläne und Programme“ gem. Anlage 3 UVPG hat sich der Gesetzgeber dafür entschieden, dass für Landschaftsprogramme, LRP und Landschaftspläne obligatorisch eine SUP durchzuführen ist. Vor diesem Hintergrund waren Hinweise zur Durchführung der SUP für die Landschaftsplanung zu entwickeln, die einer rechtssicheren Umsetzung der neuen Vorschriften, insbesondere im Hinblick auf das gewachsene formale und inhaltliche Anforderungsprofil dienen.

Dazu wurde im Juli 2008 vom LUA die Arbeitsgruppe „SUP der Landschaftsrahmenplanung“ gegründet. Ziel war die Herausgabe von Empfehlungen zur Unterstützung einer landesweit einheitlichen Durchführung der SUP. Die Arbeitsgruppe befasste sich mit den zur Aufstellung eines LRP erforderlichen Verfahrensschritten und bereitete die nach den neuen Vorschriften zu behandelnden Inhalte auf. Hierzu zählen u.a. die Erstellung eines Umweltberichts, und die Behandlung der Schutzgüter nach den Regelungen des UVPG (insbesondere Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit sowie Kulturgüter und sonstige Sachgüter). Die Arbeitsgruppe setzte sich aus Vertretern Unterer Naturschutzbehörden, die aktuell den LRP fortschreiben (Landkreise Elbe-Elster, Ostprignitz-Ruppin und Teltow-Fläming sowie Landeshauptstadt Potsdam), der für Landschaftsplanung und SUP zu-ständigen Abteilungen 4 und 5 des MLUV sowie des Referats Ö1 des LUA zusammen. Die Ergebnisse der Arbeitsgruppe wurden im Papier „Hinweise zur Durchführung der Strategischen Umweltprüfung für die Landschaftsrahmenplanung im Land Brandenburg“ zusammengefasst und sollen die Planungsträger bei der Durchführung der SUP unterstützen. In einem Anhang werden Arbeitshilfen wie Musterschreiben zum Scoping und zur Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung sowie Listen der zu beteiligenden Behörden und sonstigen Stellen bereitgestellt. Die Hinweise sind auf dem Internetportal Agrar@Umwelt des MLUV veröffentlicht.

2 Verfahren

Die Vorschriften des UVPG sehen für die Durchführung der SUP verschiedene Verfahrensschritte vor, die bestehende naturschutzrechtliche Beteiligungspflichten gem. § 60 Abs. 2 BbgNatSchG („Anhörung und Unterrichtung“) bei der Aufstellung von LRP erweitern.

Eine Übersicht zu den Verfahrensschritten der SUP und deren Einbindung in das Aufstellungsverfahren des Plans/ Programms vermittelt Abb. 1.

Zuständig für die Durchführung der SUP ist der Planungsträger. Bei LRP für Landkreise und kreisfreie Städte ist dies die untere Naturschutzbehörde, für Biosphärenreservate und den Nationalpark das MLUV.

Das Hinweispapier bereitet die zur Durchführung der SUP erforderlichen Verfahrensschritte für die Landschaftsrahmenplanung auf. Hierfür wurden erste Erfahrungen aus der geübten SUP-Praxis in Brandenburg einbezogen und Beispiele aktueller LRP aus anderen Bundesländern ausgewertet. Im Folgenden werden die wesentlichen Verfahrenselemente skizziert.

Festlegung des Untersuchungsrahmens; „Scoping“ (§ 14f UVPG i.V.m. § 4 Abs. 2 BbgUVPG)

Mit Hilfe des Scopings werden vom Planungsträger die für den Umweltbericht benötigten Angaben ermittelt. Zu diesem Zweck werden die Behörden, deren „umwelt- und gesundheitsbezogener Aufgabenbereich“ berührt wird, beteiligt. Die im Ergebnis ermittelten Informationen sind in geeigneter Weise zu dokumentieren.

Behördenbeteiligung (§ 14h UVPG i.V.m. § 4 Abs. 2 BbgUVPG)

Der Planungsträger übermittelt den Behörden, deren umwelt- und gesundheitsbezogener Aufgabenbereich berührt wird, den LRP-Entwurf sowie den Umweltbericht und holt deren Stellungnahmen ein. Es sollen die Behörden und Stellen beteiligt werden, die auch am Scoping teilnehmen. Für das Beteiligungsverfahren soll nach Möglichkeit das Medium Internet genutzt werden.

Öffentlichkeitsbeteiligung (§ 14i UVPG i.V.m. § 4 Abs. 2 BbgUVPG)

Der Entwurf des LRP und der Umweltbericht sind für mindestens einen Monat öffentlich auszulegen. Im Amtsblatt des Landkreises/ der kreisfreien Stadt ist die Öffentlichkeitsbeteiligung ortsüblich, z.B. in

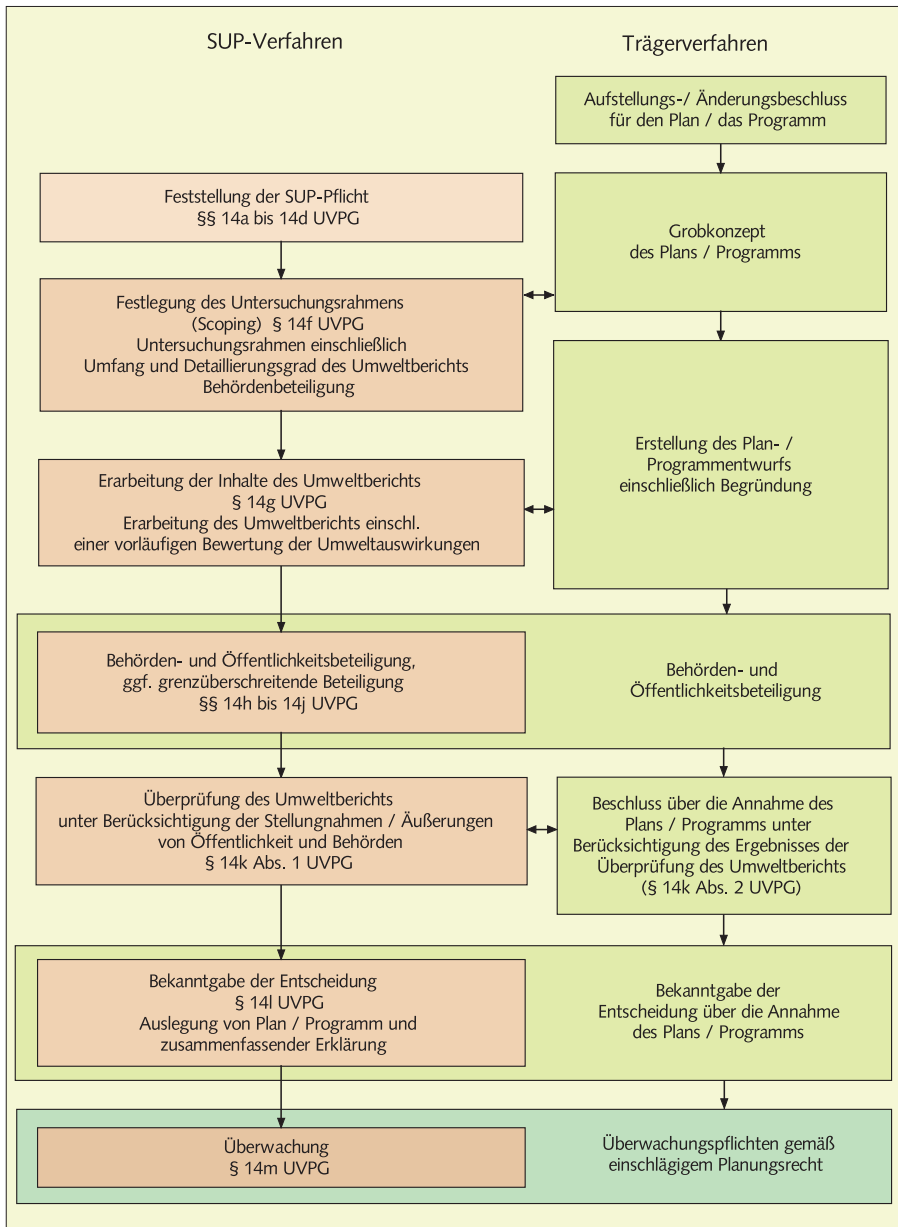


Abb. 1
Verfahrensschritte der SUP

Quelle: Leitfaden zur Strategischen Umweltprüfung (SUP); Umweltbundesamt (2009)
<http://www.umweltbundesamt.de>

keitsbeteiligung zu veröffentlichenden Unterlagen. Für die Überwachung sollen bestehende Systeme zur Umweltüberwachung genutzt werden (vgl. Kap. Umweltbericht). Die Überwachungsergebnisse sind vom Planungsträger zu dokumentieren und der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Verfahren in den kreisfreien Städten

In den kreisfreien Städten ist eine Sonder-situation gegeben, weil der Landschaftsplan hier in der Regel auch die Funktion des LRP übernimmt (§ 6 Abs. 6 BbgNatSchG). Da auch der Landschaftsplan SUP-pflichtig ist, lassen sich die Hinweise zur Durchführung der SUP weitgehend übertragen. Bei Parallelaufstellung von Landschafts- und Flächen-nutzungsplan sollten die jeweils erforderlichen Beteiligungsschritte gleichzeitig und gemeinsam durchgeführt werden. Das Scoping sollte entsprechend § 4 Abs. 1 BauGB an die frühzeitige Behördenbeteiligung gekoppelt werden, um den Verfahrensaufwand zu reduzieren.

3 Umweltbericht

Zentrales Dokument der SUP ist der Umweltbericht. Im Umweltbericht werden die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Planung sowie vernünftige Alternativen ermittelt, beschrieben und bewertet. Die Naturschutzbehörde analysiert darin die Umweltauswirkungen des LRP im Hinblick auf eine wirksame Umweltvorsorge. Der Umweltbericht muss dabei im Verhältnis zum LRP als eigenständiger Bearbeitungsteil erkennbar sein. Er kann als gesondertes Kapitel in den LRP integriert oder als separates Dokument angelegt werden. Da sich die im Rahmen der Landschaftsplanung zu betrachtenden Schutzgüter in weiten Teilen mit denen des UVPG decken (vgl. Tab. 1) und die Landschaftsplanung demzufolge eine gewisse Sonderstellung einnimmt, kann im Umweltbericht insbesondere auf die zusätzlichen Schutzgüter „Menschen, einschließlich der

einer regional verbreiteten Tageszeitung, anzukündigen, ergänzend sollte über die Auslegung im Internet informiert werden. Vorgebrachte Stellungnahmen und Hinweise zum LRP-Entwurf und zum Umweltbericht sind durch den Planungsträger auszuwerten und im weiteren Planungsprozess bei der Entscheidung über den LRP angemessen zu berücksichtigen.
Überwachung der erheblichen Umweltauswirkungen (§ 14m UVPG i.V.m. § 4 Abs. 2 BbgUVPG)
Erhebliche Umweltauswirkungen, die sich aus der Durchführung des LRP ergeben, sind zu überwachen, um insbesondere frühzeitig unvorhergesehene nachteilige Auswirkungen zu ermitteln und geeignete Abhilfemaßnahmen ergreifen zu können. Die geplanten Überwachungsmaßnahmen sind im Umweltbericht aufzuführen und Bestandteil der im Rahmen der Öffentlich-

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Schutzgüter nach BbgNatSchG und BbgUVPG

Schutzgüter BbgNatSchG	Schutzgüter BbgUVPG
Tier- und Pflanzenwelt einschließlich ihrer Lebensstätten und Lebensräume	Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt
Boden, Wasser, Luft, Klima	Boden, Wasser, Luft, Klima
Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie Erholungswert von Natur und Landschaft	Landschaft
Natur und Landschaft als Lebensgrundlagen des Menschen	Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit
Historische Kulturlandschaften und -landschaftsteile von besonderer Eigenart, einschließlich solcher von besonderer Bedeutung für die Eigenart oder Schönheit geschützter oder schützenswerter Kultur-, Bau- und Bodendenkmäler	Kulturgüter und sonstige Sachgüter
Naturhaushalt, seine Bestandteile Boden, Wasser, Luft, Klima, Tiere und Pflanzen sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen	Wechselwirkung zwischen den vorgenannten Schutzgütern



Landschaftsplanung im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Erholungsvorsorge: Die SUP bietet die Möglichkeit, Zielkonflikte transparent zu machen.
Foto: B.Kneiding

menschlichen Gesundheit“ sowie „Kulturgüter und sonstige Sachgüter“ abgestellt werden, wohingegen für die anderen Schutzgüter im Wesentlichen auf die Bestandsanalyse des LRP Bezug genommen werden kann.

Um den infolge des erweiterten Schutzgüterkanons entstehenden Mehraufwand im Analyseteil zu minimieren, sollten vor allem die bei anderen Umwelt-, Gesundheits- und Denkmalbehörden vorhandenen Datenbestände im Rahmen des Scoping gezielt abgefragt und ausgewertet werden. Zur Aufwandsminimierung und besseren Übersichtlichkeit der Umweltprüfung wird zudem empfohlen, die Bewertung der Umweltauswirkungen vorzugsweise in tabellarischer Form durchzuführen und dabei einen einfachen dreistufigen Bewertungsrahmen zu verwenden:

- + erhebliche positive Auswirkungen
- o keine erheblichen Auswirkungen
- erhebliche negative Auswirkungen

Der Umweltbericht kann genutzt werden, die i.d.R. überwiegend positiven Umweltauswirkungen des LRP zu unterstreichen. Daneben sollten aber auch die naturschutzimmanenten Zielkonflikte, etwa zwischen Artenschutz und Erholungsvorsorge, angemessen beleuchtet und transparent gemacht werden. Hier sind mitunter auch entsprechende Alternativenprüfungen vorzunehmen, wenn verschiedene vernünftige Planungsvarianten bestehen. Bei der gemäß UVPG vorgeschriebenen Planung von Überwachungsmaßnahmen für erhebliche Umweltauswirkungen sollte im Wesent-

lichen auf vorhandene Überwachungsinstrumente (z.B. Umweltbeobachtung gem. § 9 BbgNatSchG) zurückgegriffen bzw. darauf aufgesetzt werden. Auch kann im Sinne der planerischen Abschichtung hinsichtlich der Umweltauswirkungen von Einzelmaßnahmen des LRP auf eine spätere, vorhabensbezogene Überwachung verwiesen werden.

4 Fazit und Ausblick

Erste Praxiserfahrungen mit der SUP von LRP haben gezeigt, dass sich durch geschickte Erschließung und Auswertung vorhandener Umweltdaten sowie Entwicklung und Anwendung einer robusten, dem Planungsmaßstab angemessenen Bewertungsmethodik die zusätzlichen Aufwendungen für die Erstellung des Umweltberichts minimieren lassen. Der planerische Mehraufwand dürfte gerechtfertigt sein, wenn man den gegenzurechnenden Mehrwert der SUP betrachtet: Dieser besteht nicht nur in der verbesserten Transparenz und kritischen Reflektion der Umweltauswirkungen naturschutzfachlicher Zielstellungen, sondern vor allem auch in der Servicefunktion für andere räumliche Planungen, die sich auf umfassende, d.h. auf alle Umweltschutzgüter bezogene Grundlagen und Ergebnisse des Umweltberichts zum LRP beziehen können. Die mit der SUP verbundenen Beteiligungsverfahren tragen außerdem zur Verbreiterung und Qualifizierung der Datenbasis für die Planbear-

beitung bei (Scoping) und bewirken einen höheren Bekanntheitsgrad der Pläne (Öffentlichkeitsbeteiligung). Nicht zuletzt kann eine regelmäßig aktualisierte Landschaftsanalyse, wie die Landschaftsrahmenplanung sie z.B. mit Fortschreibung der Realnutzungs- und Biotoptypenkartierung liefert, auch der Überwachung von Umweltauswirkungen anderer Planwerke und Vorhaben dienen.

Die von der Arbeitsgruppe erstellten Hinweise zur Durchführung der SUP in der Landschaftsrahmenplanung bieten nicht nur den unteren Naturschutzbehörden ein Gerüst zur Abarbeitung der erforderlichen Umweltprüfungsschritte im Rahmen ihrer LRP-Fortschreibungen, sondern lassen sich auch auf SUP-pflichtige kommunale Landschaftspläne übertragen.

weiterführende Informationen:
http://www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/2338/sup_bei_lrp.pdf

Anschriften der Verfasser:
Bernhard Kneiding
Landeshauptstadt Potsdam
461 Bereich Stadtentwicklung
14461 Potsdam

Hans Peper
Landesumweltamt Brandenburg
Ö1
Seeburger Chaussee 2
14476 Potsdam, OT Groß Glienicke

150 Jahre Botanischer Verein von Berlin und Brandenburg

Zusammengestellt von HERBERT SUKOPP und HEINZ-DIETER KRAUSCH

Botanischer Verein von
Berlin und Brandenburg
gegründet 1859 e.V.



Der Botanische Verein von Berlin und Brandenburg, ein Zusammenschluss von Botanikern und anderen an der heimischen Pflanzenwelt interessierten Personen, begeht 2009 sein 150jähriges Bestehen. Er wurde am 15. Juni 1859 in Eberswalde gegründet. Unter den 26 Gründungsmitgliedern waren, neben Universitätsprofessoren, vor allem Lehrer stark vertreten. Die Mitgliederzahl nahm rasch zu, darunter befanden sich seinerzeit auch zahlreiche Apotheker und Ärzte, was heute jedoch kaum noch der Fall ist. Der Vorstand des Botanischen Vereins wurde meist aus professionell tätigen Botanikern gebildet. Der Name des Vereins lautete bis Mitte des 20. Jahrhunderts „Botanischer Verein für die Provinz Brandenburg“, nach einigen

Namenswechseln in der Nachkriegszeit wurde nach der Wiedervereinigung schließlich der oben verzeichnete Name angenommen. Laut Satzung war und ist es Zweck des Vereins, die Erforschung von Flora und Vegetation im Vereinsgebiet zu fördern. Er unterstützt die Bestrebungen der botanischen Forschung in Berlin und Brandenburg sowie in angrenzenden Gebieten, insbesondere durch Gedankenaustausch auf Tagungen und Exkursionen und durch die Herausgabe seiner seit 1859 erscheinenden „Verhandlungen“. Zu seinen Aufgaben gehört auch von Anfang an der Schutz der heimischen Natur, insbesondere der Florenschutz. Das Programm des Botanischen Vereins will jeden ansprechen, der die Pflanzenwelt näher kennenlernen und zu ihrem Schutz beitragen will. Dabei kommt der Umgang mit wissenschaftlichen Erkenntnissen ebenso zu seinem Recht wie das Anliegen, interessierten Laien, auch Anfängern, den Einstieg in die Artenkenntnis zu erleichtern.

Die einzelnen Arbeitsgebiete des Botanischen Vereins:

Floristik

Zentrales Arbeitsgebiet war und ist die Floristik. In der Botanik bezeichnet man damit die Untersuchung des Vorkommens und der Verbreitung aller in einem Gebiet vorkommenden Pflanzenarten. Das 19. Jahrhundert war das „Jahrhundert der Floren“, es erschienen zahlreiche Regional- und einige Gesamtfloren. Die Floristik in Brandenburg fand einen ersten Höhepunkt in der „Flora der Provinz Brandenburg, der Altmark und des Herzogtums Magdeburg“ von Paul Ascherson, welche 1864 erschien. Wegen seines Umfangs wird dieses Werk auch als „Würfelflora“ bezeichnet. Es ist eine kritische Flora mit eingehenden Beschreibungen der einzelnen Pflanzen, mit Standort- und Fundortsangaben, Erklärungen der wissenschaftlichen Pflanzennamen



Abb. 1

Professor Dr. Paul Ascherson (1834-1913) im Gelände

Foto: Bot. Verein



Abb. 2

Titelblatt der „Flora der Provinz Brandenburg“ von Ascherson“ 1864

mit Angaben zur Verwendung sowie mit deutschen und niedersorbischen Volksnamen aus Brandenburg. In ihrer Gründlichkeit blieb diese Flora bis heute unübertroffen, weshalb der Botanische Verein 1999 ein Reprint herausgab. Der Verein finanzierte im 19. Jahrhundert auch Forschungsreisen in botanisch bis dahin wenig als bekannte Gebiete der Provinz Brandenburg, z. B. in der Niederlausitz, im Oder-, Warthe- und Netzebruch. Heute gibt es innerhalb des Botanischen Vereins einige spezielle Arbeitskreise in der Niederlausitz und in Potsdam sowie Arbeitskreise für die Erforschung der Moose, der Flechten und der Pilze. Vegetationskunde Als ein Vorläufer der Vegetationskunde ist Georg Schweinfurth (1836-1925) anzusehen, der 1862 in den Verhandlungen' den „Versuch einer Vegetationsskizze der Umgegend von Strausberg und des Blumenthals bei Berlin“ veröffentlichte. Der bekannte Afrikaforscher wurde bereits 1860 als Student Mitglied des Vereins. Seine Vegetationsskizze der Umgegend von Strausberg ist durch die genauen Angaben über die Fundorte der Pflanzen bemerkenswert und erlaubt einen Vergleich mit den heutigen Verhältnissen. Schon seit Anfang des 19. Jahrhunderts war die Bredower Forst bei Brieselang, ein artenreicher Niederungswald im östlichen Havelland, ein beliebtes Exkursionsziel Berliner Botaniker. Durch Friedrich Markgraf erfuhr sie nach dem 1. Weltkrieg eine eingehende vegetationskundliche Bearbeitung. Seine 1922 im Druck erschienene Dissertation ist die erste Veröffentlichung in Brandenburg, welche im Titel das Wort „ökologisch“ enthält. Dadurch wurde die Bredower Forst zu einem locus classicus für die brandenburgische und deutsche Vegetationskunde. An der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen und der späteren Reichsstelle für Naturschutz wirkte als wissenschaftlicher Mitarbeiter von 1924 bis 1944 Kurt Hueck (1897-1965), eine der für die Entwicklung der Pflanzengeographie und Vegetationskunde bedeutendsten Persönlichkeiten. Er schuf u.a. grundlegende Arbeiten über die brandenburgischen Moore. Die von ihm auf der Grundlage pflanzensoziologischer Aufnahmen erarbeitete vegetationskundliche Karte des Endmoränengebietes von Chorin im Maßstab 1:25.000 ist das erste Beispiel einer vegetationskundlichen Messtischblatt-Kartierung und wurde Vorbild für weitere derartige Bearbeitungen in Deutschland. Daneben forschte er auch in anderen deutschen Landschaften und legte 1928-1933 das dreibändige Werk „Die Pflanzenwelt der deutschen Heimat“ mit etwa 1000 von ihm selbst aufgenommenen Naturfotografien vor, wozu 1937 als Ergänzung noch eine „Pflanzengeographie Deutschlands“ erschien. Dieses Werk hat vielfältig anregend für die Entwicklung der Vegetationskunde gewirkt. Den Abschluss dieser Arbeiten bildeten Vegetationskarten Mitteleuropas sowie eine Karte der „Vegetation der Urlandschaft“ im Atlas von Berlin. Hueck, der seit dem

1. März 1933 auch als Privatdozent für Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin wirkte, bekam wegen seiner aus einer jüdischen Familie stammenden Frau jedoch Schwierigkeiten mit den Nationalsozialisten, die ihm 1937 seine Lehrbefugnis entzogen und ihn 1944 sogar verhafteten und ihn in ein Arbeitslager einwies, aus dem er 1945 aber zusammen mit seiner Frau nach Kärnten fliehen konnte. Nach dem Kriege eine Zeitlang Dekan der Forstwirtschaftlichen Fakultät in Eberswalde, verließ er Deutschland und ging nach Südamerika, wo er sich an der Erforschung der dortigen Waldvegetation beteiligte. Der Aufschwung der Vegetationskunde in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts lässt sich vergleichen mit der Blüte der Floristik im 19. Jahrhundert, als die Vervollkommnung der Bestimmungsbücher die Feststellung von Pflanzenvorkommen und deren Verzeichnung ungemein erleichterte, so dass viele Gebiete, Kreise und verschiedene Städte ihre „Flora“ erhielten. Diese Belebung der botanischen Regionalforschung wiederholte sich nun für die Vegetation. Auch in zahlreichen Gebieten Brandenburgs wurden die hier vorkommenden Pflanzengesellschaften, von den Wäldern und Mooren, der Wasser- und Ufervegetation, den Seggenrieden und Wiesen, den Steppen- und Sandtrockenrasen bis hin zu den Unkrautgesellschaften der Äcker, Wegränder und Schuttflächen näher untersucht und beschrieben.

Florenkartierung

Im Jahre 1922 wurde vom Berliner Botanischen Garten aus die planmäßige pflanzengeographische Kartierung Deutschlands begonnen. Einem Aufruf J. Matfelds (1922) folgend beteiligten sich auch in Brandenburg zahlreiche Mitglieder des Botanischen Vereins an dieser Kartierung der Pflanzen-

fundorte auf der Basis des durch die deutschen Messtischblätter vorgegebenen Rasters. Von 1932 bis 1942 lag die Leitung bei F. Mattick (1901-1984). Bei einem Luftangriff im Zweiten Weltkrieg wurden die Ergebnisse dieser Kartierung jedoch fast vollständig vernichtet; das verbliebene Originalmaterial ging später als Quelle in die floristische Kartierung Mitteleuropas ein. Die Mitte der 1930er Jahre von H. Meusel in Halle begonnene Erfassung und Darstellung der Pflanzenverbreitung im hercynischen Gebiet berührte auch den Südwestteil Brandenburgs und fand dort Unterstützung durch brandenburgische Floristen. Die Ergebnisse wurden in sechs Reihen „Verbreitungskarten mitteleuropäischer Leitpflanzen“ (Meusel 1937-1944) veröffentlicht. In Brandenburg begann eine derartige Kartierung erst 1954 unter Professor W. R. Müller-Stoll vom Botanischen Institut der PH Potsdam. Von 1957 bis 1962 erschienen vier Reihen von Verbreitungskarten brandenburgischer Leitpflanzen. Seit 1965 beteiligten sich die Mitglieder des Botanischen Vereins dann an der von Dieter Benkert am Botanischen Institut der Humboldt-Universität in Berlin-Baumschulenweg geleiteten Rasterkartierung der brandenburgischen Bezirke als Beitrag zur Mitteleuropa-Kartierung. Seit 1982 laufen außerdem eine Niederlausitz-Kartierung, seit 1987 eine Berlin-Kartierung und eine Südbrandenburg-Kartierung. Für 2009 sind die Veröffentlichung einer Flora des Spreewaldes und des Florenatlas Berlin vorgesehen Naturschutz. Von Anfang an setzte sich der Botanische Verein für den Schutz bedrohter Pflanzen und Pflanzengesellschaften ein. Bereits 1867 hielt Kantor Schaede aus Altreetz im Oderbruch, angeregt durch seine Erforschung der Flora der Odertalhänge, im Botanischen Verein einen Vortrag mit dem Thema: „Über die Pflichten des Botanikers, die lebenden Schätze seiner Gegend zu konservieren und zu vermehren“. Den Begriff „Naturschutz“



Abb. 3

Fachdiskussion während der Vorexkursion zur Tagung des Botanischen Vereins 2009

Foto: F. Zimmermann



Abb. 4

Exkursion in einer Ackerbrache im NSG „Biesenthaler Becken“

Foto: A. Schaepe



Abb. 5

Mitglieder des Botanischen Vereins bei der Kartierung

Foto: A. Schaepe

prägte 1888 der Berliner Professor Ernst Rudorff, einer der Vorkämpfer der Heimatschutzbewegung, nachdem er 1880 bereits grundlegende Gedanken hierzu in seinem Aufsatz „Über das Verhältnis des modernen Lebens zur Natur“ geäußert hatte. Als dann 1904 die klassische Denkschrift von Hugo Conwentz über „Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung“ erschien, in der u.a. auch die Vernichtung der an seltenen Pflanzen reichen Rudower Wiesen bei Berlin als Beispiel angeführt wird, bemühte sich auch der Staat um den Naturschutz. 1906 wurde in Danzig die Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege gegründet und sechs Jahre später nach Berlin verlegt. Die staatlichen Bemühungen fanden bei den brandenburgischen Botanikern lebhaftige Zustimmung und Unterstützung, u.a. bei der Einrichtung des ersten Naturschutzgebietes Plagewann und beim Schutz der Grunewald-Moore. 1927 trat der Botanische Verein dem Naturschutzring Brandenburg bei, 1931 beteiligte er sich an der Naturschutz-Ausstellung in den Ausstellungshallen am Kaiserdamm. Zahlreiche brandenburgische Floristen waren als Kreis-Naturschutzbeauftragte in der Naturschutz-Arbeit aktiv. Heute werden die Bemühungen um den Schutz bedrohter Pflanzenarten unter dem Begriff Florenschutz zusammengefasst: Er steht für einen umfassenden Schutz der gesamten Flora eines Gebietes unter Beachtung aller Arten sowie deren infraspezifischen Sippen. Auch die komplexen pflanzengeographischen Gegebenheiten werden in diese Betrachtung einbezogen.

Rote Listen gefährdeter Arten

In den „Roten Listen“ werden die in einem (meist politisch) abgegrenzten Gebiet bereits ausgestorbenen sowie die verschollenen und die gefährdeten Arten (z. B. Farn- und Blütenpflanzen, Moose, Flechten, Pilze), Pflanzengesellschaften oder Biotoptypen

aufgeführt. Als Erster hat Paul Graebner in seinem Beitrag im Band Natur der Landeskunde der Provinz Brandenburg (1909) eine Liste der damals in Brandenburg bereits ausgestorbenen Pflanzenarten veröffentlicht. Seit 25 Jahren sind Rote Listen als wirkungsvolle Instrumente des Naturschutzes etabliert. Bei ihrer Auswertung werden nicht nur Ursachen, sondern auch Verursacher des Rückganges dargestellt. Für die Nachhaltigkeitsstrategie Deutschlands gibt es allerdings bisher nur einen Indikator für die Artenvielfalt, gebildet aus der jährlichen

Aktuelles zur Vereinstätigkeit

Der Botanische Verein für Berlin und Brandenburg hält Angebote für alle bereit, die Interesse an der Pflanzenwelt haben. Im Sommerhalbjahr werden Tagesexkursionen in alle Regionen Berlins und Brandenburgs angeboten. Bemerkenswerte Pflanzenvorkommen, die schon in alten Quellen genannt waren, werden überprüft, ob sie bis zur Gegenwart erhalten geblieben sind. Die Ausbreitung neuer Pflanzenarten (Neophyten) wird untersucht. Von Kennern der Lokalflora werden Pflanzen mit ihren Erkennungsmerkmalen und Standortsansprüchen vorgestellt. Die aktive Geländearbeit und das umfangreiche Exkursionsangebot sind zentrale Merkmale der Vereinstätigkeit. Am letzten Wochenende im Juni findet jährlich die brandenburgische Botanikertagung statt. Sie wird an wechselnden Orten organisiert und umfasst Vorträge, Exkursionen und floristische Kartierungen in Kleingruppen. Mitglieder des Vereins beteiligen sich an dem seit drei Jahren jährlich stattfindenden „Langen Tag der Stadtnatur“. Ideen aus der Vereinsarbeit fließen in viele Projekte der Universitäten ein, z. B. über die Trockenrasen am Odertal, die Hügel flora zwischen Potsdam und Brandenburg, die Flora des Parkes Sanssouci, Naturschutz und Gartendenkmalpflege in historischen Parkanlagen, Artenschutz für

die Grasnelke (*Armeria elongata*) und Maßnahmen für den lokalen Florenschutz. Während des Winterhalbjahres finden regelmäßig Vortragsabende in Berlin-Steglitz statt, an denen aus der botanischen Forschung in Berlin und Brandenburg oder aus anderen Teilen der Welt berichtet wird. Die „Verhandlungen des Botanischen Vereins von Berlin und Brandenburg“ enthalten wissenschaftliche Abhandlungen sowie Berichte, Mitteilungen und Buchbesprechungen. Sie erscheinen mit kurzen Unterbrechungen und durch die politische Entwicklung in den Nachkriegsjahren bedingten Namensänderungen“ seit der Vereinsgründung jährlich. So wurde im Jahre 2008 der 141. Band herausgegeben. Was in Brandenburg an Algen, Pilzen, Flechten und Moosen vorkommt, ist in der von 1903 bis 1957 in einzelnen Bänden publizierten „Kryptogamenflora der Mark Brandenburg“ erfasst. Mit diesen Publikationen schuf der Verein eine zentrale Sammelstelle für Beobachtungen und Untersuchungen zur märkischen Pflanzenwelt. Zum Jubiläum wird ein Sonderband der „Verhandlungen“ mit einer Geschichte der geobotanischen Forschungen in Brandenburg sowie mit Biographien aller Botaniker, die durch Publikationen oder Pflanzensammlungen zur Kenntnis von Flora und Vegetation Brandenburgs beigetragen haben erscheinen. Im Fernsehen (rbb) wurden mehrfach Berichte über die Aktivitäten des Vereins gesendet. Das Herbarium des Botanischen Vereins wird im Botanischen Museum in Berlin-Dahlem aufbewahrt: Es umfasst insbesondere das 1989 begründete Berlin-Herbar, welches angelegt wurde, um die Berliner Flora und ihren Wandel zu dokumentieren. Abschließend lässt sich sagen, dass der Botanische Verein in den hundertfünfzig Jahren seines Bestehens die Erforschung von Flora und Vegetation Brandenburgs und auch deren Schutz wesentlich vorangebracht hat und entsprechend den in seiner Satzung niedergelegten Zielen auf diesen Gebieten auch weiterhin wirksam sein wird.