

Alexandra HOESCH

## Renaturierung von Flachseen durch gezielte Makrophytenbesiedlung

### Renaturation of shallow lakes by planting of macrophytes

#### Abstract

The water quality of shallow lakes and rivers can be improved by restoration with macrophytes. The habitat limitations responsible for the missing or the weedy vegetation can be influenced to a certain extent, so that under water vegetation can be planted, which provides for better water quality. Too strong eutrophication can be opposed only by restoration of the catchment area or a compensatory method that eliminates the nutrient load.

Several renaturation strategies with macrophytes in freshwater have been successfully carried out and are discussed in the following paper. The most important example is an establishment of native aquatic plants for the fish habitat with carp stocking in Lake Weißenstädter See.

**Keywords:** Native aquatic plants, characeae, freshwater, restoration, habitat limitations, Lake Weißenstädter See

## 1 Einleitung

Makrophyten unterstützen Selbstreinigungsprozesse im Gewässer durch Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff. Außerdem filtern sie Schweb- und Nährstoffe aus dem Wasser und tragen dadurch zur Gewässerklärung bei (Schwoerbel & Tillmanns 1968). Sie stabilisieren durch Abdeckung und Beschattung des Gewässergrundes das Substrat (James & Barko 1990) und verringern den Nährstoffaustrag. Durch Wiederansiedlung von Makrophyten können Cyanobakterien und Grünalgen als auch Neophyten (Smart 1995) zurückgedrängt werden.

Heimische Unterwasserpflanzen nehmen in Gewässern eine bedeutende Rolle als Strukturbildner ein. Sie bilden Lebensraum und Nahrungsquelle für Makroinvertebraten, Laichplätze für Fische (Savino & Stein 1982) und sichern das Überleben, denn Fischsterben sind in klaren Gewässern seltener als in trüben.

## **2 Habitatlimitationen und Restaurierungsstrategien**

### **2.1 Habitatlimitationen**

#### **2.1.1 Eutrophierung**

Die Eutrophierung ist einer der Hauptgründe für hohe organischen Sedimentationen, geringe Sichttiefen, Blau- und Grünalgenblüten und Gewässer-Verödungen. Eutrophierungen sind bei vielen Gewässern anthropogen bedingt. Einleitungen von häuslichen Abwässern sind in Deutschland nicht mehr das Hauptproblem, sondern die diffusen Einleitungen aus der Landwirtschaft. Leider ist bei den Landwirten bzgl. ihrer Düngepraxis, außer durch direkte Entschädigungszahlungen, wenig zu machen. Deswegen ist es erfahrungsgemäß selten, dass bei einer Flachseenrenaturierung damit zu rechnen ist, die anfallenden diffusen landwirtschaftlichen Einträge im Einzugsgebiet langfristig reduzieren zu können. Sinnvoll ist es dem Beispiel der Münchner Wasserwerke zu folgen und die Biobauern im Einzugsgebiet zu subventionieren.

Wenn Zahlungen nicht möglich sind, bieten Röhrichtbeckenanlagen - auch Schilfpolder genannt - kostengünstige lokale Lösungen (Feibicke 2006). Das sind eingewallte Röhrichtgebiete, die landwirtschaftliche Ausschwemmungen auffangen und - ähnlich Retentionsbecken für Hochwasser - belastetes Wasser aufnehmen und speichern. Hier können sich Schwebstoffe absetzen und gelöste Nährstoffe werden von den Pflanzen aufgenommen. Das vorgeklärte Wasser kann durch einen Überlauf in den See abfließen. Natürlich muss eine solche Anlage durch Mähen und Abtragen der abgelagerten Frachten unterhalten werden.

#### **2.1.2 Substratbearbeitung**

Vor der Einbringung von submerser Vegetation kann es nötig sein, das Substrat zu bearbeiten, damit die Pflanzen gute Aufwuchsbedingungen vorfinden.

Hat das Sediment einen hohen organischen Anteil, so kommt es oft zu Sauerstoffzehrungsprozessen und Rücklösungen von bereits sedimentiertem Phosphaten und damit zu einer ungünstigen internen Düngung.

Bei kleineren ablassbaren Gewässern kann man durch Ausbaggerung der organischen Schichten mineralischen Untergrund freilegen und das Sediment oligotrophieren. Auch das Sommern von ablassbaren Gewässern hat einen oligotrophierenden Einfluss auf das Sediment, da während der wasserfreien Vegetationsperiode Abbauprozesse schneller ablaufen. Ist das Gewässer nicht absenkbar, so müssen Sanierungen im Einzugsgebiet vorgenommen werden.

#### **2.1.3 Unerwünschte Substratbesiedlung**

Eine Abdeckung des Sedimentes mit lichtdichten Planen ist im Falle einer bestehenden, aber unerwünschten Substratbesiedlung zu empfehlen. Eine solche unerwünschte Besiedlung kann z.B. aus der hochwüchsigen Wasserpest, Hornblattmassenbeständen sowie Cyanobakterien und fädigen Grünalgen bestehen.

Ein Beispiel hierfür ist der Steinhöringer Badensee im Kreis Ebersberg. Nach der Planeneinbringung waren die fädigen Grünalgen im Badensee so gut wie ver-

schwunden. Die Planen wurden entfernt und der unbewachsene kiesig, sandige Boden kam zum Vorschein.

Da das Einbringen und die Bergung der Planen sehr arbeitsaufwendig ist, wurden heb- und senkbare, druckstabile Planen entwickelt. Eine Planeneinheit besteht aus einer lichtdichten Folie, die am Rand mit einem aufblasbaren Schlauch verbunden ist. Wird der Schlauch mit Luft befüllt, so breitet sich die Plane aus und schwimmt auf dem Wasser. Man bringt sie auf dem Gewässer dorthin, wo das Substrat abgedeckt werden soll und befüllt den Schlauch dann mit Wasser. Das Schlauch-Planensystem sinkt langsam ab. Die vorhandene Vegetation wird durch den totalen Lichtentzug gleichsam erstickt. Nach frühesten einer Vegetationsperiode wird die Plane gehoben, indem sie mit Luft befüllt wird. Anschließend sollte der brache Gewässerboden mit der Zielvegetation bepflanzt werden, das ist die Unterwasservegetation, die erwünscht ist. Zielarten zeichnen sich durch beschränktes Höhenwachstum, Mehrjährigkeit, schnelle Ausbreitung und unterwasserrasenartige Wuchsform aus. Viele Characeenarten zeigen diese Merkmale und eignen sich deshalb gut für Neubesiedlungen.

#### **2.1.4 Sichttiefe**

Oft sind Verödungsprozesse in Gewässern durch den Fischbesatz bedingt. Zu hohe Bestände von zooplanktonfressenden oder wühlenden Fischarten trüben das Wasser und verhindern, dass das Licht auf den Gewässerboden dringt.

Ist das Gewässer nicht ablassbar, ist eine Totalabfischung mit Zugnetzen vorzunehmen und die vorhandenen Weißfische und Karpfen sollten entfernt werden. Wichtig ist ein Besatz mit Raubfischen, um die verbliebenen Weißfischpopulation zu kontrollieren.

#### **2.1.5 pH-Wert Schwankungen**

In schwach gepufferten, kalkarmen Gewässern können starke pH-Schwankungen von 5,0 über 9,5 auftreten. Da die Mehrzahl der submersen Arten kalkliebend sind, kann es in solchen Gewässern zu Verödungen kommen.

Durch Einbringung von kalkhaltigen Kies kann der pH-Wert lokal zu einem gewissen Grad abgepuffert werden.

#### **2.1.6 Wasserstandsschwankungen / Wellenschlag**

Viele Speicherseen sind Wasserstandsschwankungen ausgesetzt. Bei natürlichen Gewässern spielen Wellenschlag eine für Unterwasserpflanzen einschränkende Rolle.

Bei Wasserstandsschwankungen ist es notwendig Zielarten zu finden, die semi-terrestrisch wachsen. Im Falle eines starken Wellenschlags sind kleinwüchsige Arten, die die Wellenschlagbelastung aushalten, als Zielarten auszuwählen.

### **2.2 Zur Renaturierung geeignete Pflanzenarten**

Viele Flachseen sind mit mehrfachen Nutzungen belegt, wie zum Beispiel Bade- und Bootsbetrieb, Angelsport Hochwasserrückhaltung etc.

Makrophyten werden in solchen Gewässern von den Nutzern oft als Plage angesehen. Selten behindern sie tatsächlich den Bade- und Segelbetrieb und wickeln sich um Angelhaken.

Teilweise kommt es durch Makrophyten auch zu ökologischen Problemen, wie z.B. das Zuwachsen von Flachseen sowie Fließgewässern oder Zehrungsprozesse im Herbst und Winter durch die absterbenden Sprosse, die Fischsterben verursachen können.

Die so genannte „doing nothing“- Methode (Nichols 2005), die besagt, nach einer Nahrungskettensteuerung keine Pflanzungen vorzunehmen und zu warten, dass sich im Gewässer von selbst die standortgerechte Vegetation ansiedelt, ist nur in seltenen Fällen anzuwenden. Sind Gewässer mit Nutzungen belegt, so sollte immer dafür gesorgt werden, dass sich die Zielarten ansiedeln.

Nach einer Nahrungsnetzsteuerung durch das Landesamt für Wasserwirtschaft mit Hechten im Bachtelweiher bei Kempten kam es zu einer Massenvermehrung von Makrophyten, die die Nutzer des Gewässers stark beeinträchtigte. Die Makrophyten wuchsen bis zur Wasseroberfläche und behinderten Badegäste und Angler.

Wie bereits unter 2.1.3 beschrieben, zeichnen sich Zielarten durch ein beschränktes Höhenwachstum aufweisen, dass für den extremen Flachwasserbereich 60 cm nicht überschreiten sollte. Sie sollten mehrjährig sein und möglichst den Winter überdauern, um ihr Habitat besetzt zu halten. Arten mit substratabdeckenden, rasenartigen Wuchsformen eignen sich besonders als Zielarten. Gute Erfahrungen wurden mit Armelechteralgen, der Nadelbinse und niedrig wüchsigen Laichkräutern gemacht.

### **2.3 Beschaffung des Pflanzmaterials**

Makrophyten sind sehr beschränkt aus Züchtungen zu erwerben. Aus verschiedenen Gründen ist es auch sinnvoller Pflanzenmaterial aus zum Renaturierungsobjekt benachbarten Gewässern zu gewinnen. Erstens ist davon auszugehen, dass sich in benachbarten Gewässern der Wasserchemismus und die Bodenbedingungen ähneln. Zweitens kommt es nicht zu einer Florenverfälschung. Drittens sind Anfahrtswege und Kosten entsprechend geringer. Besteht die Möglichkeit einer Sprossvermehrung in benachbarten Teichanlagen oder Aquarien, so ist diese Technik ratsam, um den Entnahmegewässern möglichst wenig Schaden zuzufügen.

### **2.4 Methoden der Pflanzeneinbringung**

Handelt es sich um ein ablassbares Gewässer, so ist das Arbeiten mit Pflanznetzen die einfachste und billigste Variante.

Ist das Gewässer nicht ablassbar und das Substrat für die Besiedlung geeignet, kann mit Armelechteralgen gearbeitet werden, da diese schwerer sind als Wasser und auf den Gewässergrund absinken. Jedoch sind Armelechteralgen gegenüber Eutrophierung sensibler als viele Blütenpflanzenarten. Wenn es die Gewässerqualität oder das Substrat es nicht zulässt, Armelechteralgen einfach in das Gewässer hineinzuworfen, dann kann mit absinkenden Pflanzmatten (Mählmann 2006)

gearbeitet werden, die vor der Einbringung mit den entsprechenden Arten, Armleuchteralgen oder Blütenpflanzen besetzt oder vorkultiviert wurden.

## 2.5 Pflanzensetzdichte und Größe der zu besiedelnden Fläche

Bei einer Sprosspflanzung sollten 1 – 10 l Sprossmaterial m<sup>-2</sup> gesetzt werden. Bei einer Bepflanzung mit Setzlingen sollten mindestens 5 bis 10 Setzlinge m<sup>-2</sup> gepflanzt werden.

Die Fortpflanzungseinheiten der Unterwasservegetation lassen sich bedingt für Besiedlungszwecke einsetzen. Characeen-Oosporen haben eine geringe Keimungsrate von 1 bis 15 %. *Chara aspera* (Detharding ex Willdenow) keimte nur in Sedimenten mit einer Oosporendichte von mehr als 10.000 pro Quadratmeter (van den Berg 2001).

Bei Blütenpflanzen ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Makrophytenbestand aufgrund von Samen etabliert, gering. Dieser Tatbestand reflektiert sich in der Tatsache, dass vegetative Vermehrung die Hauptverbreitungsstrategie der Unterwasserpflanzen ist. Von der in Massen auftretenden neophytischen *Elodea canadensis* (Richard – Michaux) sind bisher nur weiblich blühende Pflanzen entdeckt worden.

Um ein verödetes Gewässer zu renaturieren, sollte mit einer Initialbesiedlung gearbeitet werden. Die zu besiedelnden Gebiete sind so auszuwählen, dass sich Vermehrungseinheiten der Initialbesiedlung von dort aus gut in das restliche Gewässer verbreiten können (Smart *et al.* 1998). Nach eigenen Erfahrungen sollte die Initialfläche in einem Flachsee zwischen 1 und 10 % der Gewässerfläche umfassen.

## 2.6 Überprüfung der Pflanzungen

Makrophytenbestände können durch verschiedene Methoden erfasst werden, dazu zählen die Tauchkartierung des gesamten pflanzenbestandenen Uferbereichs, die Transsektkartierung, bei der entweder Taucher zum Einsatz kommen oder mit einem Rechen vom Boot aus die Pflanzenbestände untersucht werden. Eine weitere Möglichkeit bietet die Echolotuntersuchung. Durch Abfahren der zu untersuchenden Regionen durch einem mit Echolot ausgestatteten Boot, kann man Pflanzenbestände in Höhe und Dichte gut erkennen. Um die Arten zu identifizieren, muss man Taucher einsetzen oder mit einem Rechen arbeiten. Sehr niedrig wüchsige Arten wie z. B. die Nadelbinse, lassen sich allerdings durch das Echolot nicht erkennen.

## 2.7 Schutz der Makrophyten

Die verschiedenen Nutzungen eines renaturierten Gewässers können ein gutes Anwachsen und Ausbreiten der Vegetation verhindern. Je nach Situation muss geprüft werden, ob Schutzzonen, z.B. für Bootsverkehr, Bade- und Angelbetrieb, eingerichtet werden können. Aber auch Herbivorie kann die Unterwasservegetation stark dezimieren (Doyle *et al.* 1997). Besonders im juvenilen Stadium sind die Makrophyten gegenüber Fraß aber sehr empfindlich. Viele Cypriniden, wie Karpfen, Rotaugen, Rotfedern u.a. fressen auch Pflanzen. Wie die Ergebnisse im Weißenstädter See zeigen, ist nicht generell davon auszugehen, dass Karpfen das Makrophytenwachstum verhindern, sondern es ist eine Frage der Bestandsdichte: Je

mehr Karpfen und Weißfische in einem Gewässer pro Flächeneinheit auftreten, umso geringer das Ausbreitungspotential der Makrophyten.

Im Weißenstädter See erwies sich das Auslegen von Netzen als gute Fraßabwehr gegen die Karpfen. Wie Beobachtungen zeigten, hielten sich die Karpfen nicht über den Netzen auf, da sie bedingt durch die Netzstruktur am Gründeln gehindert wurden. So kommt das Auslegen von Pflanzennetzen einer Vergrämung wühlender Arten gleich.

Aber auch Wasservögel haben einen trübenden Einfluss. Der Fraßdruck, den das Blässhuhn im Winter auf die Makrophyten ausübt, ist gravierender, weil es sich dann von den im Substrat befindlichen Rhizomen, Sprossabschnitten und Knospen ernährt (Perrow *et al.* 1997). Käfigartige oder andersgestaltete Exclosures oder Schutzmaßnahmen können Abhilfe schaffen.

## **2.7 Pflegemaßnahmen**

Ist ein Flachsee aus dem Plankton dominierten in den Makrophyten dominierten Zustand überführt worden, so besteht aber weiterhin die Möglichkeit eines Rückfalls in den unerwünschten trüben Zustand. Deswegen muss das renaturierte Gewässer bezüglich sich verschlechternden Habitatlimitationen beobachtet werden. Z.B. kann eine Sichttiefenverringerung, die über mehr als einen Monat anhält, die Bepflanzungsanstrengungen zunichte machen. Deswegen ist eine regelmäßige monatliche Kontrolle der Sichttiefe und eine jährliche Kontrolle der Unterwasservegetation für eine renaturiertes Gewässer notwendig. Schnelles Handeln im Falle einer negativen Veränderung ist notwendig und muss zügig durchgeführt werden. So kann im Falle einer Sichttiefen Verringerung der Wasserspiegel abgesenkt werden, um die Pflanzen in den tieferen Bereichen wieder in die durchlichtete Zone zu bringen oder eine Teil - bzw. Totalabfischung der Weißfische durchgeführt werden.

## **3 Sanierung des Weißenstädter Sees**

Der Weißenstädter See war noch 2003 makrophytenfrei, was eine Totalkartierung der Technischen Universität München dokumentierte. Es traten verschiedene Habitatlimitationen, wie geringe Sichttiefe, starke pH-Wert – Veränderungen, Wasserstandschwankungen und Wellenschlag auf, die das Makrophytenwachstum verhinderten.

Damit die Unterwasserpflanzen im Weißenstädter See bis zu einer erwünschten Tiefe von ca. 1,5 m wachsen können, musste die Wassertransparenz, die 2003 bei 0,67 m lag, auf einem Meter erhöht werden. Wie in Tab.1 aufgeführt, wurde 2005 eine durchschnittliche Sichttiefe von 0,93 m festgestellt.

**Tab. 1** Jahresdurchschnitt ausgewählter Daten des Weißenstädter Sees im Messzeitraum von 2002 bis 2005. Quelle: Landesamt für Wasserwirtschaft, Wielenbach.

<b>Morphometrie</b>	<b>max.Tiefe (m)</b>	<b>Größe in (ha)</b>	<b>Umfang (km)</b>
	4,0	50	4,5
physikal. Daten	pH	Sauerstoff (%)	Sichttiefe (m)
2003	8,6	114,6	0,67
2005	7,6	127,8	0,93
biologische u. chemische Daten	Chlorophyll (µg/l)	Ges-P (µg/l)	Nitrat N (mg/l)
2002	32,9	59,3	1,74
2003	30,6	67,0	1,09
2005	42,8		

Die Fischfauna wurde durch Ablassen des Sees völlig entfernt. Die verbesserte Sicht wurde durch den erhöhten Besatz von Zandern, gleichbleibenden Besatz von Karpfen mit 26 kg ha<sup>-1</sup> und Elimination der Weißfisch- und Kaulbarschbestände erreichen. Die verbreitete Annahme, Karpfenbesatz und Makrophytenbesiedlung seien unvereinbar, ist nicht richtig. Vielmehr verhält sich die Ausbreitungstendenz von Makrophyten umgekehrt proportional zur Dichte des Karpfenaufkommens, d.h. je dichter der Karpfenbesatz, desto unwahrscheinlicher ist der Erfolg einer Makrophytenbesiedlung.

Neben den Adulten wurden 3 Monate alte Zander in den See gesetzt. Damit die Zander zum Ablachen kommen, wurden Zanderablaichhilfen in Form von 1 m hohen Kiefernbüscheln auf dem Gewässergrund befestigt.

Ein erschwerender Umstand bei der Besiedlung des Weißenstädter Sees war, dass aufgrund des geringen Kalkgehaltes des Wassers, starke pH - Schwankungen von 6,5 bis 9,5 auftraten. Die Mehrzahl der submersen Arten besonders der Characeen sind jedoch kalkliebend. Dennoch konnten im Weißenstädter See aus umliegenden Teichen und Seen 14 Arten entnommen werden, die unter den vorherrschenden pH-Schwankungen wachsen können, darunter eine Characeenart, *Nitella flexilis* (Linnaeus).

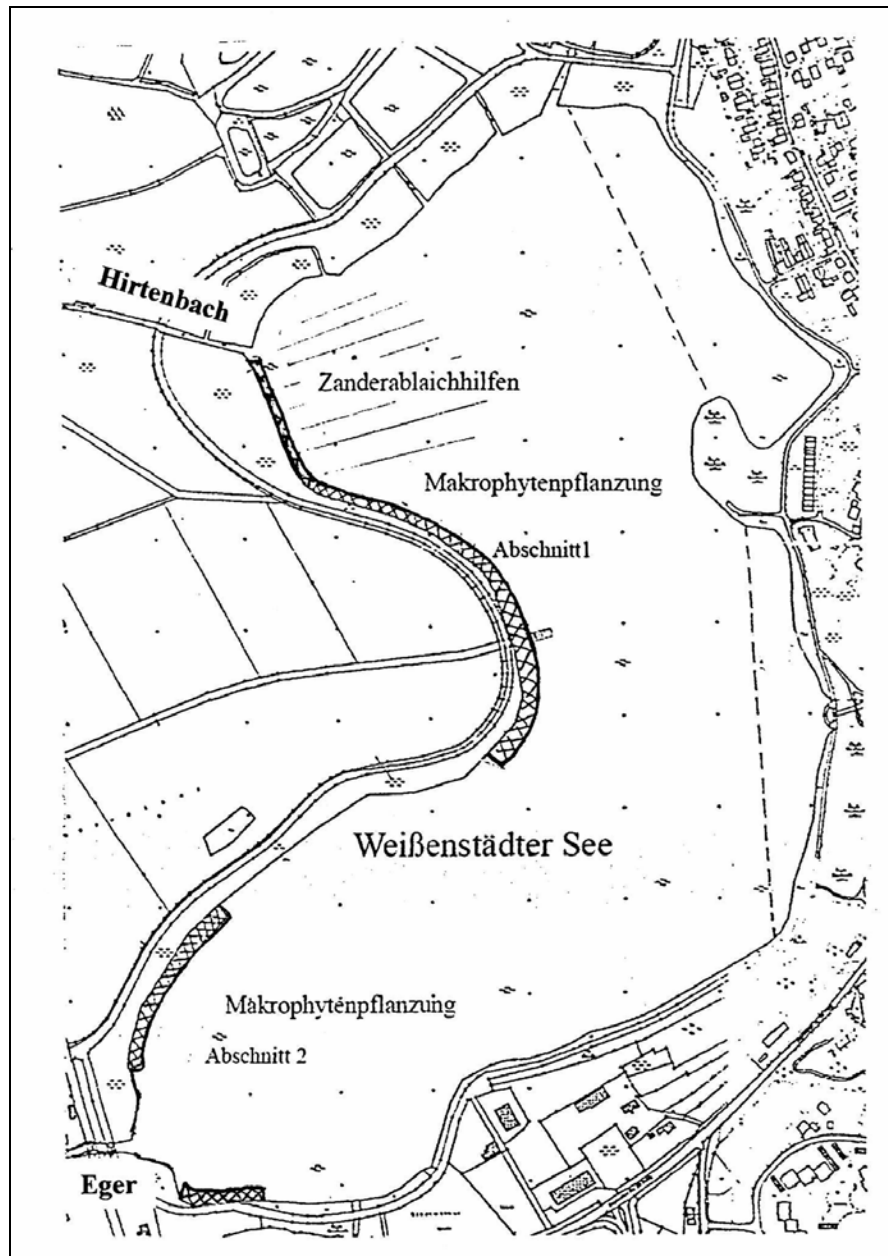
Die Netze, die während des Anstaus entlang der steigenden Wasserlinie ausgelegt wurden, um die Abschwemmung der darunter gesetzten Blütenpflanzenprose zu verhindern, wurden mit Kalksteinen am Boden befestigt, um die pH-Wert-Schwankungen in der Umgebung der Unterwasservegetation abzupuffern.

Der Wasserspiegel des Sees wird im Winter um 40 cm abgesenkt, um etwaige Frühjahrhochwasser abfangen zu können. Zudem tritt im Flachwasserbereich durch die im Fichtelgebirge auftretenden relativ hohen Windgeschwindigkeiten ein kontinuierlich hoher Wellenschlag auf. Deswegen wurde im Flachwasserbereich hauptsächlich *Eleocharis acicularis* (Linnaeus) und *Ranunculus flammula* (Linnaeus) angepflanzt, die sowohl Austrocknung als auch Wellenschlag vertragen.

Im 50 ha großen Weißenstädter See wurden knapp 5000 m<sup>2</sup> mit Makrophyten bepflanzt, was dem unteren Bepflanzungslimit von einem 1 % entspricht. Insgesamt

wurden 700 m Uferlinie von 1,4 m Wassertiefe bis zur Wasseroberflächen besetzt. Die Bepflanzungstiefe sollte die zu erwartende Sichttiefe nur um den Faktor 1,3 überschreiten (Hoesch & Buhle 1996).

Wie in der Abb. 1 dargestellt ist, wurden die Bepflanzungsgebiete um den Egereinlauf im Südwesten und südlich des Zulaufs des Hirtenbach, der im Nordwesten in den See mündet, lokalisiert. Die gepflanzten Arten und Mengen sind in Tab. 2 wiedergegeben.



**Abb. 1** Lage der bepflanzten Uferstreifen und Zanderablaichhilfen im Weissenstädter See

**Tab. 2** Die Arten in Mengenangaben von 100-Liter-Wannen, die im Weißenstädter See gepflanzt wurden. \* Von *Nuphar lutea* wurde nur ein einziges Rhizom gepflanzt.  
 \*\*Die Art *Callitriche spec.* ist nicht als Zielarten für den Weißenstädter See bepflanzt worden, sondern war unter die Bestände von *Nitella flexilis* gemischt.

Abschnitt	1		2	
	0,0 - 0,4 m	0,4 - 1,4 m	0,0 - 0,4 m	0,4 - 1,4 m
Tiefe				
Pflanze mit Wurzel und Sproß	100 l Wannen	100 l Wannen	100 l Wannen	100 l Wannen
<i>Eleocharis acicularis</i> (Linnaeus)	50	5	50	5
<i>Ranunculus flammula</i> (Linnaeus)	10	5	10	5
<i>Polygonum amphibium</i> (Linnaeus)	5		10	
<i>Nuphar lutea</i> (Linnaeus)		0,1*		
<b>Sprossmaterial</b>				
<i>Nitella flexilis</i> (Linnaeus) mit <i>Callitriche spec.</i> **		50		50
<i>Ranunculus trichophyllus</i> (Chaix in Villars)		2		2
<i>Scorpidium scorpioides</i> (HEDWIG)	2	1	2	1
<i>Elodea nuttallii</i> (Planchon)			1	8
<i>Potamogeton berchtoldii</i> (Fieber in Berchtold et Opiz)		3		3
<i>Fontinalis antipyretica</i> (Hedwig)			1	1
<b>Setzlinge</b>				
<i>Potamogeton alpinus</i> (Balbis)		3		3
<i>Potamogeton natans</i> (Linnaeus)		3		3
<i>Potamogeton obtusifolius</i> (Mertens et Koch)		3		3

### 3.1 Ergebnisse der Kartierungsarbeiten 2004 am Weißenstädter Sees

Im Juni 2004, drei Monate nach der Bepflanzungsmaßnahme, wurden durch eine Tauchkartierung der beplanten Bereichen Deckungsgrade von über 40 % festgestellt. Wie in Tab. 3 wiedergegeben, konnten außer *Fontinalis antipyretica* (Hedwig), alle gepflanzten Arten in unterschiedlichen Deckungsarten wiedergefunden werden. Teilweise hatten sie sich in den unbepflanzten Bereich unter 1,4 m ausgebreitet.

**Tab. 3** Ergebnisse der Tauchkartierung der bepflanzten Bereiche im Weißenstädter See im Juni 2004 in Deckungsangaben (Londo 1975)

Abschnitt	1			2		
	0,0 - 0,4	0,4 - 1,4	1,4 - 1,9	0,0 - 0,4	0,4 - 1,4	1,4 - 1,9
Tiefe	m	m	m	m	m	m
	%	%	%	%	%	%
1. <i>Eleocharis acicularis</i> (Linnaeus)	< 5	10	0	5	10	0
2. <i>Nitella flexilis</i> (Linnaeus)	0	10	< 5	0	15	< 5
3. <i>Potamogeton alpinus</i> (Balbis)	< 5	< 5	0	0	< 5	0
4. <i>Potamogeton natans</i> (Linnaeus)	0	< 5	0	0	< 5	0
5. <i>Potamogeton obtusifolius</i> (Mertens et Koch)	< 5	< 5	0	0	< 5	0
6. <i>Potamogeton berchtoldii</i> (Fieber in Berchtold et Opiz)	0	< 5	0	< 5	< 5	0
7. <i>Ranunculus flammula</i> (Linnaeus)	< 5	10	0	< 5	10	0
8. <i>Ranunculus trichophyllus</i> (Chaix in Villars)	< 5	< 5	0	0	0	0
9. <i>Elodea nuttallii</i> (Planchon)	< 5	5	0	< 5	5	0
10. <i>Polygonum amphibium</i> (Linnaeus)	5	< 5	0	10	0	0
11. <i>Nuphar lutea</i> (Linnaeus)	0	< 5	0	0	0	0
12. <i>Scirpus lacustris f. fluitans</i> (Linnaeus)	0	< 5	< 5	0	< 5	< 5
13. <i>Callitriche spec.</i>	0	< 5	< 5	0	< 5	< 5
14. <i>Scorpidium scorpioides</i> (Hedwig)	0	< 5	< 5	0	< 5	0
15. <i>Fontinalis antipyretica</i> (Hedwig)	0	0	0	0	0	0

### 3.2 Ergebnisse der Kartierungsarbeiten 2005 am Weißenstädter Sees

Ende September 2005 wurde der gesamte Weißenstädter Sees einer Tauchkartierung unterzogen, die von der Limnologischen Station der Technischen Universität München durchgeführt wurde.

Nach den Ergebnissen kommt *Eleocharis acicularis* häufig vor und bildet im Flachwasser teilweise sehr dichte Rasen. Die Hauptverbreitung der Art liegt bis in etwa 60 cm Wassertiefe, sie kommt jedoch auch bis zu etwa 1,5 m Tiefe vor. *Eleocharis acicularis* hat sich über die unmittelbar angepflanzten Bereiche hinaus in die sich anschließenden Uferregionen ausbreiten können.

Weiterhin häufig treten *Callitriche spec.* und *Elatine spec.* auf. *Callitriche* konnte sich bevorzugt in den Pflanzbereichen und darüber hinaus in weiten Bereichen des flachen Südwestteils des Sees ausbreiten, wo die Art bis zu einem Meter hoch wird.

*Nitella flexilis* kommt nur in den bepflanzten Abschnitten in geringeren Häufigkeiten vor, südlich des Egereinlaufes konnte sich die Art jedoch in Tiefen über 2 m ausbreiten. Die vorhandenen Pflanzen sind meist vital.

*Potamogeton alpinus* konnte sich auch über die bepflanzten Bereiche hinaus ausbreiten und kommt – wenn auch in geringen Mengen – sogar am östlichen Ufer des Sees vor. *Potamogeton obtusifolius* wurde ebenfalls nur in vergleichsweise geringen Häufigkeiten gefunden, die Art konnte sich aber auch am Ostufer etablieren. Neben *P. obtusifolius* kommt noch eine zweite schmalblättrige Potamogetonart vor, *Potamogeton berchtoldii*.

*Potamogeton natans* und *Polygonum amphibium* wurden nicht gefunden. Das Wassermoos *Fontinalis antipyretica* konnte nur in geringen Mengen im See gefunden werden, ein anderes Wassermoos - wahrscheinlich *Scorpidium scorpidioides* – konnte nur in einem einzigen Exemplar erfasst werden. Zusätzlich zu der gepflanzten Art *Elodea nuttallii* trat *Elodea canadensis* in nahezu jedem Abschnitt auf.

*Ranunculus* spec. wurde in der flachen Bucht im Bereich des Egereinlaufes im Südwesten des Sees gefunden. Da nur vegetative Sprossabschnitte gefunden wurden, ist es fraglich, ob es sich hierbei tatsächlich um die gepflanzte Art *Ranunculus trichophyllus* handelt oder um eine andere *Ranunculus*-Art, z.B. *R. peltatus* oder *R. aquatilis*, die gelegentlich Formen ohne Schwimmblätter ausbilden und im vegetativen Zustand nicht voneinander zu unterscheiden sind.

*Nuphar lutea*, eine Art die nur in Form eines einzigen Rhizoms gepflanzt wurde, kam in einem einzigen Exemplar, das ausschließlich Unterwasserblätter aufwies, vor.

Ungewöhnlich aussehende Blattrosetten traten in den bepflanzten Gebieten auf, die als *Sagittaria* spec. bezeichnet wurden, deren Bestimmung als etwas unsicher bezeichnet werden muss.

Nicht gefunden wurde *Ranunculus flammula*, eine Art, die im Flachwasserbereich bei der Kartierung 2004 noch mit Häufigkeiten um 10 % auftraten.

„Das trotz der geringen Sichttiefen im Weißenstädter See gute Anwachsen der gepflanzten Makrophyten kann als durchschlagender Erfolg der Maßnahme bezeichnet werden. Nach diesem Erfolg wäre ein weiteres regelmäßiges Monitoring der Makrophytenentwicklung dringend anzuraten. Von Interesse wäre es festzustellen, welche Makrophyten sich dauerhaft im Gewässer ansiedeln können und ob sich im Schutz der gepflanzten Arten weitere Taxa selbstständig ansiedeln. Von den Ergebnissen im Weißenstädter See könnten sich dann grundsätzliche Handlungsempfehlungen für Makrophyten-Anpflanzungen in Flachseen ableiten lassen.“ (Melzer *et al.* 2005)

## Danksagung

Ich danke dem Landesamt für Wasserwirtschaft, dem Fischereiverband Oberfranken und der Gemeinde Steinhöring für die Auftragserteilungen.

## Literatur

- Nichols S (2005) Restoration and Management of Lakes and Reservoirs, Third Edition: Chapter 12.
- Doyle RD, Smart RM, Guest C Bickell K (1997) Establishment of native aquatic plants for fish habitat: Test plantings in two north Texas reservoir, Lake and Reserv. Manage. 13: 259-269
- Feibicke M (2006) Was können künstliche Feuchtgebiete zum Rückhalt von Nährstofffrachten aus diffusen Einträge leisten? Rostocker Meeresbiologische Beiträge. 15: 61-73
- Hoesch A, Buhle M (1996) Ergebnisse der Makrophytenkartierung Brandenburgischer Gewässer und Vergleich zum Trophiestufensystem der TGL. Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands, 2, 84-101..
- Londo G (1975) Dezimalskala für die vegetationskundliche Aufnahme von Dauerquadraten. In Schmidt W: Sukzessionsforschung. Vaduz: 613-617
- James WF & Barko JW (1995) Effects of submerged macrophytes on sediment resuspension in Marsh Lake, Minnesota. In Proceedings, 29<sup>th</sup> annual meeting, Aquatic Plant Control Research Program. Miscellaneous Paper A-95-3, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.:168-175
- Mählmann J (2006) Künstliche Wiederbesiedlung von submersen Makrophyten in Standgewässern mit Hilfe eines textilen Vegetationstragsystems. Rostocker Meeresbiologische Beiträge. 15:135-147
- Melzer A, Schneider S, Löschenbrand F, Leidholdt J, Rennebarth T, Tscherne V, Berchtenbreiter S, Hirn S (2005) Makrophytenkartierung im Rahmen des Forschungsvorhabens „Biomaniplulation“, Schlussbericht an das Bayer. Landesamt für Umwelt, unveröff. Ausg. : 8-10
- Perrow MR, Schutten JH, Howes JR, Holzer T, Madgwick FJ, Jowitt AJD (1997) Interaction between coot (*Fulica atra*) and submerged macrophytes : the role of birds in the restoration process. Hydrobiologia 342/343: 241-255
- Savino JF, Stein RA (1982) Predator- prey interactions between largemouth bass and bluegills as influenced by simulated, submerged vegetation. Trans. Amer. Fish. Soc. 111: 225-266
- Schwoerbel J, Tillmanns GC (1968) Untersuchungen über die Nährstoffaufnahme submerser Phanerogamen in Fließgewässern. Limnol. Ber. D. X. Jubiläumstagung Donauforschung, Sofia: ohne Seitenangabe.
- Smart RM, Dick GO, Doyle ZD (1998) Techniques for establishing native aquatic plants. J. Aquat. Plant Manage. 36: 44-49
- Smart RM (1995) Preemption: An important determination of competitive success. In Proceedings, 29<sup>th</sup> annual meeting, Aquatic Plant Control: ohne Seitenangabe.
- Van den Berg M, Coops H, Simonis J (2001) Propagule bank buildup of *Chara aspera* and its significance for colonisation of a shallow lake. Hydrobiologia 462: 9-17

## Autorin:

Alexandra Hoesch  
83253 Rimsting  
Essbaum 2

Email: xhoesch@aol.com