

Die Wiederherstellung der Röhrichte an der Außenalster von Hamburg

von Lars Neugebohrn, Erich Grandt, Marcus Hoberg, Gabriele Stiller
& Hans Tiemann

Seit 1982 werden im Uferbereich der Außenalster Röhrichte wieder angesiedelt, deren Restbestände in den 50er Jahren abgebaggert worden waren. Aus den verschiedenen erprobten Pflanzbeetprofilen und Substraten hat sich ein Profil besonders gut bewährt („Regelprofil“).

Nicht alle Pflanzenarten eignen sich gleich gut für den Einsatz in eutrophen Gewässern. Die wichtigsten Arten zum Einsatz an beruhigten Uferzonen sind (mit abnehmender Bedeutung): *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Sparganium erectum*, *Iris pseudacorus*, *Acorus calamus* sowie verschiedene *Carex*- und *Juncus*-Arten. Die durchsetzungsfähigsten Arten an der Alster stammen nicht alle aus Röhrichtgesellschaften, sondern auch aus den Nasswiesen bzw. Seggenriedern. Arten der letzten beiden Gesellschaften dienen als „Ammenpflanzen“. Für den Einsatz von *Phragmites* hat sich an ruhigen Ufern die Halmpflanzung, sonst auch die Ballen- bzw. Mattenpflanzung bewährt. In Spezialgärtnereien vorgezogenes Pflanzenmaterial hat möglicherweise Anwachs- und Durchsetzungsprobleme. Man sollte, auch aus Kostengründen, eventuell auf wild geworbenes Pflanzenmaterial zurückgreifen.

Eine hohe Dichte an Wassergeflügel führt in den Pflanzungen durch Verbiss zu erheblichen Bestandschäden. Darüber hinaus kommt es zu hohem Koteintrag in die Flachwasserzone. Außerdem gefährdet schwimmender „Wohlstandsmüll“ die Pflanzungen.

Auch bei positiver Bestandsentwicklung schwanken die jährlich festgestellten Dominanzen erheblich. An wellenschlaggefährdeten Uferbereichen sollte man wegen der Anwachsschwierigkeiten auf Röhrichtpflanzungen verzichten oder diese hinter Schutzwällen erstellen. Zu starke Wasserberuhigung führt in den Anpflanzungen zu starker Algenbildung, die Bestandsschädigungen hervorrufen kann.

Nomenklatur der Pflanzennamen: Ehrendorfer (1973).

1 Einleitung

Mit dem Aufstau des Alsterflusses am Ende des 12. Jahrhunderts in der Nähe der heutigen Reesendammbücke entstand die Hamburger Alster als Flachwassersee mit einer maximalen Tiefe von etwa 3 bis 4 m (Abb. 1). Die am damaligen Alsterlauf gelegenen Moor- und Nasswiesen - damals wohl Großseggenbestände (Verband: *Magno-Caricion elatae*; Ellenberg 1986) - wurden überstaut (Baumann et al. 1976), wobei das Stauwasser zunächst noch nährstoffarm und sauer gewesen sein dürfte. Heute handelt es sich

dagegen um ein nährstoffreiches Gewässer, das im Zuge der Wasserstandsregulierung über ein modernes Schleusensystem nur noch bis zu einer Wasserstandshöhe von ca. +2,90 m bzw. +3,10 m über NN aufgestaut wird (Normalwasserstand +3,10 m NN).

Mit fortschreitender Besiedlung auch der Uferbereiche und der Vergrößerung der Stadt Hamburg wurde die Alster und der Flachwassersee an ihrer Mündung in die Elbe immer stärker eutrophiert. An den Ufern dieses Sees entwickelten sich mehr oder weniger ausgedehnte Röhrichte, die noch bis in die 50er und 60er Jahre des letzten Jahrhunderts an windgeschützten Ufern Bestand hatten. Zwischen 1950 und 1960 wurden schließlich auch diese Reströhrichte abgebaggert. Gründe für diese Maßnahme waren neben der erforderlichen Schlammfernung auch der Wunsch der ansässigen Bevölkerung, einerseits eine möglichst freie Sicht auf die Alster zu genießen, andererseits aber auch ein vergrößertes Segel-, Ruder- und Paddelrevier nutzen zu können. Im Zuge dieser Abbaggerungen entstanden steile Uferböschungen, die bereits in Ufernähe auf über 2 m Wassertiefe abfielen. Diese Böschungen mussten mit Steinverbauungen gegen Erosion durch Wellenschlag gesichert werden. Gänzlich unberücksichtigt blieb damals bei allen diesen Maßnahmen, dass die Flachwasserzonen mit der wohl höchsten biologischen Aktivität verloren gingen (Caspers et al. 1976). Erst mit der zunehmenden Berücksichtigung ökologischer Belange bei Planungen im Wasserbau wurden zunächst zwischen 1964/65 zaghaft die ersten Versuche zur Neuanpflanzung von Röhrichten, dann aber seit den 70er und verstärkt in den 80er Jahren großflächige Rekultivierungen der Röhrichtgürtel an der Außenalster unternommen. Die ersten Bemühungen in den 60er und 70er Jahren scheiterten leider weitgehend.

2 Ziel der Bepflanzung

Das seit 1981 vom Wasserwirtschaftsamt und dem Institut für Angewandte Botanik der Universität Hamburg gemeinsam angestrebte Ziel einer Renaturierung bestimmter Uferbereiche der Außenalster (s. Abb. 3) bestand vornehmlich darin, den hier ursprünglich vorhandenen Röhrichtgürtel wieder herzustellen und hierbei

- a. naturnahe, artenreiche und ökologisch wertvolle Pflanzengesellschaften feuchter Biotope im Hamburger Stadtgebiet wieder zu etablieren,
- b. Lebensraum für viele gefährdete Pflanzen- und Tierarten zu schaffen,
- c. eine Verbesserung des biologischen Nährstoffabbaues über die Pflanzenbestände der Flachwasserzone zu gewährleisten,
- d. die Festlegung und/oder den Abbau von anorganischen und organischen Schadstoffen und
- e. die Verbesserung des ästhetischen Wertes der Außenalster zu bewirken.

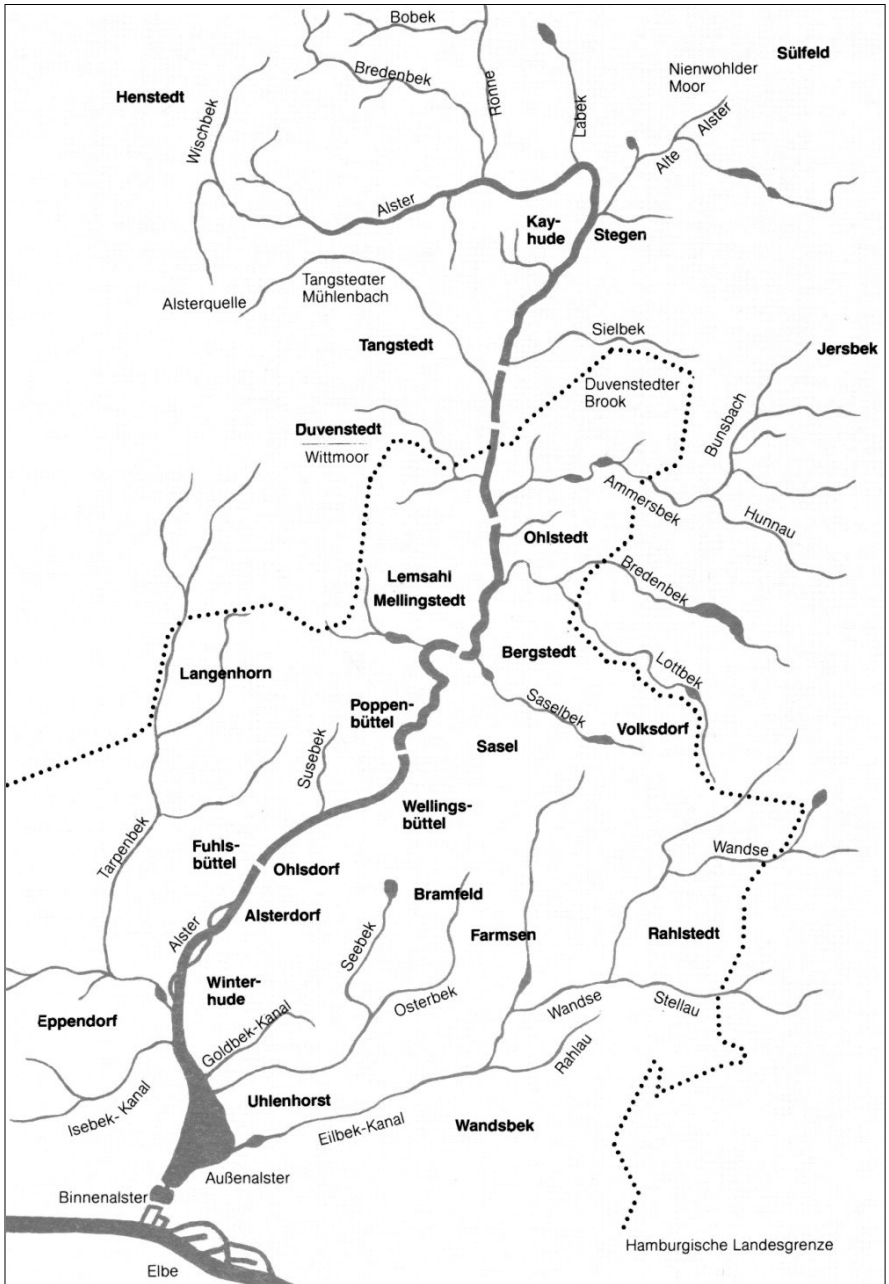


Abb. 1
Einzugsgebiet der Alster

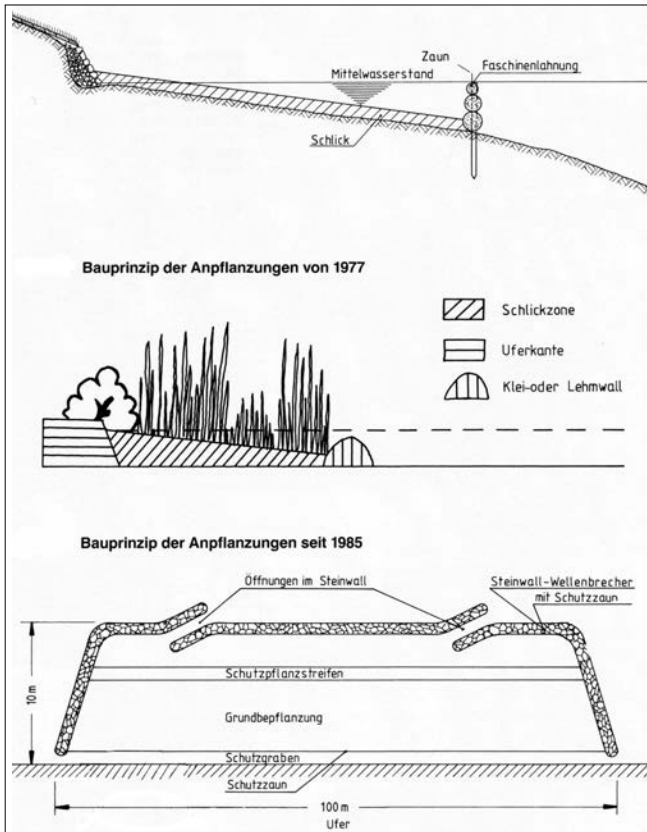


Abb. 2

Verschiedene Bauprinzipien der Anpflanzungen an der Außenalster von 1956 bis 1985 (aus: Die Außenalster; Baubehörde (Hrsg.), Hauptabteilung Wasserwirtschaft in Zusammenarbeit mit der staatlichen Pressestelle, Hamburg, 1990, verändert; Berichte der Arbeitsgruppe Neugebohrn et al. 1982-1996 unveröff.).

3 Methodik

Da sich Röhrichtpflanzen maximal bis zu einer Wassertiefe von -1,50 m entwickeln können (Bittmann 1964), ihren Schwerpunkt der Entwicklung aber bei -0,50 m Wassertiefe besitzen, erwiesen sich die für die Röhrichtanpflanzungen vorgesehenen Uferregionen der Außenalster als zu steil. Aus diesem Grunde wurde eine Neuprofilierung erforderlich, wobei seit 1977 verschiedene Profilierungen durch Sandvorspülungen (Mang 1977, unveröff.), Einbau von Geröll mit 5-10 cm Durchmesser hergestellt und als Pflanzbeet getestet wurden (Neugebohrn et al. 1982 bis 1996, unveröff. Arbeitsberichte). In diese neu geschaffenen Uferzonen von 6-12 m Breite wurden anschließend bei 10-20 cm Wassertiefe die vorgesehenen Pflanzungen durchgeführt. Damit die

neuen Uferprofile nicht abrutschen konnten, wurden sie seeseitig durch die Errichtung von lahnungsähnlichen Faschinen, später in einem Geröllfuß befindlich, parallel zur Uferlinie gesichert (s. Abb. 2).

Die bis 1980 angewendete ausschließliche Sandvorspülung erwies sich als äußerst instabil, war also als Röhrichtstandort problematisch, da der Sand infolge der durch Schifffahrt und Wind hervorgerufenen starken Wellenbewegung in Richtung Ufer verdriftete. Durch diese Sandverlagerung entstanden dann in Ufernähe erhöhte Sandwälle mit einer entsprechenden Treibselzone im Hochwasserbereich, die schließlich von nicht erwünschten Hochstaudenarten, überwiegend Brennnesseln (*Urtica dioica*) und dem Behaarten Weidenröschen (*Epilobium hirsutum*), besiedelt wurden. Dabei verdrängten diese Arten die eigentlichen Röhrichte in der jetzt terrestrisch gewordenen Uferzone. Zwar hatten sich die Schilfbestände zunächst gut entwickelt, sie konnten aber weder die Sandverlagerung durch den Wellenschlag in Richtung Ufer verhindern, noch konnten sie sich gegen die laufenden Störungen durch Segler, Ruderer und Paddler behaupten. Erst 1981/1982 wurde dann ein neuerlicher Versuch zur Röhricht-Rekultivierung an der Alster gestartet, jedoch mit erheblicher Veränderung der Substratwahl sowie einer anderen Pflanzbeetprofilierung (s. Abb. 2).

Hinter einer Faschine mit aufgesetztem Schutzzaun gegen höheren Wellenschlag wurde im Abstand von minimal 6 m und maximal 12 m zum Ufer eine Geröllvorschüttung bis zu einer Wassertiefe von -20 cm zum Normalwasserstand von +3,10 m NN, ab 1987 abfallend zur Seeseite auf -60 cm, vorgenommen (Abb. 4). Dabei wurde Geröll mit einer Korngröße von 5-10 cm gewählt, da dieses Material sich auch bei Wellenschlag nicht so leicht wie Sand verlagern lässt. Außerdem sollten Freizeitboote wegen ihrer extremen Schadwirkung auf die Röhrichthalme nach der langfristig geplanten Entfernung der Schutzzäune möglichst nicht mehr in die neu geschaffenen Flachwasserzonen einfahren können. Auf die Gerölloberfläche wurde anschließend Schlamm aus der Alster aufgespült, um die hier im groben Steinsubstrat künftig siedelnden Pflanzen wenigstens etwas vor mechanischer Beschädigung bei Wellenbewegung zu schützen. Das so erstellte Pflanzbeet (s. Abb. 4) wurden anschließend zunächst nach der sogenannten Halmpflanzmethode (Bittmann 1965) mit *Phragmites australis* als Grundpflanzungselement, sowie verschiedenen anderen Wasser- und Sumpfpflanzen nach der Ballenpflanzmethode bepflanzt (s. Tab. 1 und Abb. 3; Ballen 5x5 cm oder 30x30 cm). Die Halmpflanzmethode nach Bittmann wurde allerdings in der Weise verändert, dass man nicht mehrere Halme pro Pflanzloch einsetzte, sondern es wurden wegen der für das Pflanzen schwierigen Substratoberfläche nur Einzelhalme verwendet.

Seit 1987 wird an Stelle der total aus Geröll bestehenden ersten Pflanzbeete zunächst ein Sandkern aufgespült, der anschließend mit einer Geröllschicht bedeckt wird (s. Abb. 4). Gründe für diese Substratänderung waren die geringeren Kosten und die leichtere Transportierbarkeit und Verarbeitung des Sandes gegenüber dem Geröll. Außerdem wurde bei den hier durchgeführten Pflanzungen, zumindest beim Schilf, ausschließlich mit der Ballenpflanzmethode (Pflanzabstände 30 x 30 cm), für alle

anderen Arten mit der Mattenpflanzmethode (80 x 120 cm) gearbeitet.

Die verwendeten Arten wurden von einer Spezialgärtnerei für Wasserpflanzen vorgezogen, da ausreichendes Pflanzenmaterial weder aus den jährlich stattfindenden Grabenreinigungen in der Hansestadt zur Verfügung gestellt, noch - aus rechtlichen Gründen - Wildmaterial in der Landschaft geworben werden konnte. Die Ballen wurden in das Substrat eingesetzt, die Matten dagegen nur oberflächlich mittels Steinen oder Klammern am Substrat befestigt. Gegen den Wellenschlag und das dadurch bedingte Herausschwemmen der neu gesetzten Pflanzen werden neuerdings vor die eigentlichen Pflanzungen mit ihrem Schutzzaun Steinwälle in Form von Wellenbrechern gebaut.

4 Pflanzenmaterial

Die in den Pflanzbeeten vorgesehenen und eingesetzten Arten entstammen fünf verschiedenen Pflanzengesellschaften (Phragmition = Röhricht, Glycerio-Sparganion = Bachröhricht, Magno-Caricion = Großseggenried, Bolboschoenion = Brackwasserröhricht, Molinietalia = Feuchtwiesen, Bachuferfluren). Sie wurden nach ihrer ökologischen Eignung für die vorgesehenen Standorte sowie nach ihrer Eignung zur Gewässerreinigung ausgewählt (Artenliste s. Kap. 6).

In allen Beeten wurden zunächst sogenannte Grundpflanzungen als Halm-, Ballen- oder Matten-Pflanzungen, bestehend nur aus *Phragmites australis*, in Form einer schachbrettartigen, d.h. auf Lücke stehenden Verteilung auf der gesamten Fläche hergestellt. Alle anderen Arten wurden dann entsprechend ihrer Einsatzmöglichkeit und Verfügbarkeit entweder seeseitig als Schutzpflanze oder nach ihrem Zierwert über die restliche Fläche in die Pflanzlücken verteilt. Dabei wurden als Schutzpflanzung gegen möglichen Wellenschlag und/oder Winddruck besonders *Glyceria maxima* (Großer Schwaden) an den ruhigen Seiten-Zonen der Pflanzbeete und *Schoenoplectus lacustris* (Graue Teichsimse) wegen seiner runden Stängel und dadurch besseren Wellenverträglichkeit in der Mitte der Pflanzungen zu einer möglichst dichten Primärpflanzung eingebracht.

5 Ergebnisse: Erfolge und Misserfolge

Während sich die Pflanzungen an den westlichen Ufern der Außenalster in fast allen Beeten und Profilformen überwiegend gut entwickelten, d.h. sich ausbreiteten, hatten die Bestände am östlichen Ufer mit größeren Schwierigkeiten bezüglich des Wellenschlages zu kämpfen. Halmpflanzungen erwiesen sich hier als völlig ungeeignet, weil sie durch die Wellenbewegung schnell ausgespült wurden, und die nur oberflächlich



Abb. 3

Rekultivierte Röhrichtzonen an der Außenalster; Maßstab 1:10000 (aus: Die Außenalster; Baubehörde (Hrsg.), Hauptabteilung Wasserwirtschaft in Zusammenarbeit mit der staatlichen Pressestelle, Hamburg, 1990, verändert; Berichte der Arbeitsgruppe Neugebohm et al. 1982-1996).

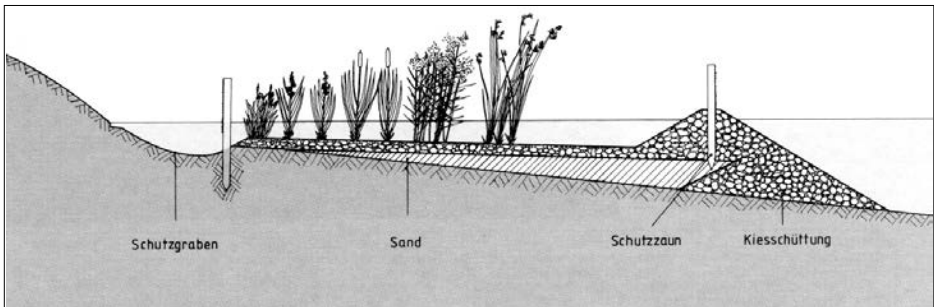


Abb. 4

Schema des „Regelprofils“: Wassertiefe 30 cm landseitig, 60 cm wasserseitig (aus: Die Außenalster; Baubehörde (Hrsg.), Hauptabteilung Wasserwirtschaft, in Zusammenarbeit mit der staatlichen Pressestelle Hamburg 1990, verändert; Berichte der Arbeitsgruppe Neugebohm et al. 1982-1996).

fixierten mittleren Ballen und größeren Matten zeigten Anwachsschwierigkeiten. Die Halme von *Phragmites* und die Ballen und Matten der anderen Arten waren offenbar nicht fest genug im Substrat verankert, so dass sich die Pflanzungen bei Wellengang immer wieder losrissen. Da wegen des groben Substrates von der von Bittmann vorgeschlagenen Halmpflanzmethode mit dem Einsatz von bis zu 5 Halmen pro Pflanzloch abgewichen werden musste, und aus arbeitstechnischen Gründen nur ein Halm verwendet werden konnte, waren erhebliche Verluste an der Primärpflanzung durch Wellengang nicht zu vermeiden. Schätzungen ergaben, dass höchstens 2-3 % der eingesetzten Halme sich im Pflanzbeet entwickeln konnten, alle anderen wurden durch den Wellengang herausgerissen und an das Ufer verdriftet. Trotz dieser anfänglichen Verluste entwickelten sich über die Jahre ausreichend dichte Bestände. Auffällig ist jedoch, dass die Bestandsdeckungen nicht nur bei *Phragmites*, sondern auch bei den anderen Arten selbst an den ruhigen und kaum gefährdeten westlichen Uferbereichen erheblich schwankten. Diese Verluste, besonders an *Phragmites*, lassen sich sowohl auf Vergreisung nach langjähriger vegetativer Vermehrung als auch auf die Abgabe von toxischen Substanzen (Ellenberg 1986) aus dem Substrat und dem Wasserkörper zurückführen.

Ein besonderes Problem für das Anwachsen der Primärpflanzungen stellen die großen Wassergeflügel-Bestände von Schwänen, Enten und Gänsen dar. Besonders die „Alsterschwäne“, aber auch Enten und Gänse, bewirken über das Gründeln, vor allem in den Frühjahrsmonaten, dass die noch nicht fest verwurzelten Pflanzen wieder aus ihren Pflanzlöchern oder aber aus ihrer Verankerung herausgerissen werden. Deshalb waren häufigere „Sammel- und Wieder-Einpflanz-Aktionen“ der ausgerissenen Pflanzen, die sich noch in den äußeren Sicherungsgräben befanden, erforderlich. Das Gründeln im zeitigen Frühjahr, aber auch das Verbeißen der jungen, nährstoffreichen Triebspitzen, führt über die Verbissstelle zum Eindringen von mit Keimen versehenem Wasser in die Aerenchyme der Röhrichtpflanzen (insbes. bei *Phragmites*). Hierdurch kommt es einerseits zu einer Art „Erstickungsreaktion“ bei den Jungpflanzen und andererseits zu einem Befall der inneren Gewebe durch Bakterien. Beide Faktoren tragen dazu bei, dass vornehmlich *Phragmites* zum Absterben gebracht wird (Ellenberg 1986).

Eine zusätzliche Gefährdung der Pflanzen entsteht durch die anthropogen eingetragenen Nähr- und Schadstoffe. Hinzu kommt die relativ große Menge an Kot, die von den Wasservögeln tagtäglich in das Gewässer abgegeben wird. Zwar ist nach Aussagen der betroffenen Behörde der Schwanenbestand auf 200 Exemplare (seit kurzem auf 100) limitiert, dennoch kann man Zuwanderungen aus anderen Gebieten nicht ausschließen. Für die Entenbestände gibt es weder eine zahlenmäßige Begrenzung noch eine genaue Bestandsschätzung.

Penzhorn (1975) rechnet damit, dass jeder Schwan pro Tag ca. 200 g Kot ins Wasser abgibt, was bei einem geschätzten Freilandaufenthalt von 250 Tagen einer Kotmenge von 50 kg/Tier entspricht. Für die limitierte Zahl der 200 Schwäne ergäbe sich daraus die beachtliche, jährlich ins Wasser abgegebene Kotmenge von 10 t. Da auch das

Winterquartier der Schwäne mit der Alster in direkter Verbindung steht, muss man eigentlich mit einem viel höheren Eintrag rechnen. Berücksichtigt man darüber hinaus auch noch den Koteintrag der vielen Enten und des sonstigen Wassergeflügels, der nach Deufel (1986, unveröff.) 160 g Feuchtkot pro Tier und Tag betragen kann, so kommt man zu dem Schluss, dass eine weitere Hypertrophierung der Alster unausweichlich stattfinden wird. Nach Schätzungen der Umweltbehörde (Helm 1993, unveröff.) rechnet man im Stadtgebiet mit 15.000 bis 20.000 Enten. Nimmt man nun an, dass sich nur 10% des Gesamtbestandes auf der Alster aufhalten, käme man auf einen Entenbestand von heute etwa 2000 Exemplaren. Für die Gesamtalster ergibt diese Populationsdichte entsprechend den Angaben von Deufel einen jährlichen Nasskoteintrag von ca. 33 t.

Zusätzlich zu den Eutrophierungsschäden, die durch Vögel verursacht werden, hat schon Caspers (1976) eindringlich darauf hingewiesen, dass man bei einem so hohen Wassergeflügel-Bestand neben der Hypertrophierung des Gewässers auch mit Schäden an der Ufervegetation durch Verbiss- und Rupftätigkeit rechnen muss.

Leider müssen wir aus unseren Erfahrungen der letzten Jahre der Vermutung von Caspers beipflichten und feststellen, dass die bisher angelegten jungen Röhrichtpflanzungen erheblich unter dem Druck des Wassergeflügels zu leiden haben. Es wird zwar immer wieder versichert, dass die in und auf der Alster lebenden Schwäne nicht in die abgeäunten Pflanzungen eindringen können, da deren Schwungfedern beschnitten seien, dennoch mussten wir immer wieder Schwanenbesuch, vor allem aber zahlreiche Enten und Gänse, in den abgesperrten Bezirken feststellen.

Zwar haben Tiere eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Einwanderung von Pflanzenarten (Ellenberg 1986). Will man aber in den Neupflanzungen der Alster einen relativ schnellen Anwachs- und Ausbreitungserfolg der Arten erreichen, ist eine deutliche Reduzierung des Wassergeflügel-Bestandes unumgänglich (s. auch Krum-scheid-Lankert & Schöllhorn 1993). Leider ist dieser Wunsch politisch kaum durchsetzbar, da die zahlreichen Spaziergänger die Tiere gern ganzjährig füttern. Damit ist ein weiterer Zuzug von Wasservögeln in den sicheren Lebensraum „Alster“ verbunden, mit allen negativen Folgen für die Pflanzungen.

Die anfänglich als Schutz gegen den Verbiss über die Pflanzungen gespannten Netze mussten wieder entfernt werden, weil die Vögel immer wieder Einschluflöcher in die Pflanzungen fanden, und Spaziergänger die gefangenen Tiere aus den Pflanzungen befreien und dabei die Netze zerrissen.

Neben den Beeinträchtigungen durch Wasservögel gibt es noch andere äußere Einflüsse auf die Pflanzungen, die nachfolgend kurz angesprochen werden sollen:

Um den relativ hohen Wellenschlag am Alster-Ostufer nachhaltig zu beruhigen, wurden in den letzten Jahren Steinschutzwälle vor die Pflanzbeete geschüttet, die zunächst ca. 30-50 cm über die Wasseroberfläche hinausragten, mit der Zeit aber langsam wieder unter die Wasseroberfläche absanken und auch absinken sollten.

Durch diese Vorschüttungen entstanden stark beruhigte Pflanzbeete, in denen sich spontan Massen von Fadenalgen und Teichlinsen, manchmal sogar Wasserfarne der

Gattung *Azolla* entwickelten, die einen normalen Austrieb der Röhrichtpflanzen behinderten oder unmöglich machten. Eine Wasserberuhigung am Ostufer war zwar gewollt, um den Jungpflanzungen eine bessere Anwachsmöglichkeit zu geben, bei explosionsartiger Vermehrung der unerwünschten Algen mussten aber mechanische Bekämpfungsmaßnahmen eingeleitet werden, um die Pflanzungen zu erhalten. Ursache für die Algen-Massenentwicklung ist Hypertrophierung der Alster, verbunden mit einer deutlichen Verbesserung der Lebensbedingungen der Algen in den ausgedehnten neuen Flachwassergebieten der Pflanzungen. Auch eine Öffnung der Schutzwälle an den Pflanzbeetköpfen sowie an einzelnen Flankenflächen bewirkte nur eine geringfügige Strömungserhöhung, konnte aber die Veralgung der Flachwassergebiete nicht verhindern. An der geschützteren Westuferseite der Außenalster hätte man darüber hinaus eigentlich auf die Errichtung von Schutzwällen verzichten sollen. Ohne eine deutliche Verminderung der Nährstoffeinträge wird man langfristig mit dem Veralgungsproblem in den Flachwasserzonen der Alster zu kämpfen haben.

Die bereits eingeleiteten und z.T. abgeschlossenen Sielbaumaßnahmen in und um die Alster werden aber zu einer deutlichen Verminderung der Nährstoffeinträge führen, so dass mit vermindertem Algenwachstum gerechnet werden kann. Allerdings muss man den Erfolg dieser Maßnahmen abwarten, bevor man ein Urteil fällen kann.

Neben den genannten Anwachsschwierigkeiten stellten sich für die Pflanzungen in den letzten Jahren auch Probleme mit unserem „Wohlstandsmüll“ bzw. dem vermehrten Treibselanfall heraus. Besonders auf der wellenschlaggefährdeten Uferseite trugen größere schwimmende Holz- und Plastikstücke zu einer erheblichen mechanischen Belastung der Halme und Schäfte innerhalb der Pflanzungen bei.

Zur Verdeutlichung sowohl der Erfolge als auch der Misserfolge bei der Etablierung der Pflanzungen an der Außenalster soll nachfolgend die Bestandsentwicklung zweier ausgewählter Beispiele in den Jahren 1982-1988 dokumentiert werden (s. Tab. 1).

Nach dem Bau des Uferprofils am Fährdamm (1982; s. Abb. 2 und 3) wurde als Primärpflanzung *Phragmites australis* mit Hilfe der Halmpflanzmethode im Juni/Juli eingesetzt. Alle anderen Arten wurden mittels Ballenpflanzung eingebracht. Die verwendeten Arten und Individuen entstammten der natürlichen Ufervegetation aus den Vier- und Marschlanden. Die Pflanzbeetlänge betrug 105 m und die Breite zwischen 6 und 10,5 m, wobei das nördliche Ende der Anlage zum Ufer spitz auslief. Um die Entwicklung der ausgebrachten Pflanzen festhalten zu können, wurden die Pflanzungen in regelmäßigen Abständen vegetationskundlich nach Ellenberg (1986) aufgenommen, und die Ergebnisse kartographisch festgehalten. Im September 1983 betrug die Gesamtdeckung der Pflanzenbestände bereits ca. 49 %, wobei *Phragmites* und die beiden *Typha*-Arten die höchsten Werte aufwiesen (s. Tab. 1).

Aus Tab. 1 geht eindeutig hervor, dass sich bis 1984 der Gesamtdeckungsgrad auf ca. 36% verminderte, und zwar mit deutlichen Verlusten der drei Hauptarten (*Phragmites australis*, *Typha latifolia* und *T. angustifolia*). Bis zum Ende des Jahres 1988, das als Bewertungsmaßstab für die Eignung der verschiedenen Wasser- und Sumpfpflanzen herangezogen werden soll, stieg die Gesamtdeckung wieder auf ca. 60 % an, mit

deutlichen Bestandszunahmen bei den drei ausgewählten Referenzarten. Sehr gut erkennt man die jährlich wechselnden Deckungsanteile nicht nur bei der Gesamtdeckung, sondern auch bei den Arten *Typha angustifolia*, *Typha latifolia* und *Sparganium erectum*. Dabei ist auffällig, dass für alle drei Arten eine abnehmende Tendenz in der Dominanz festzustellen ist. Dieses Verhalten deutet einerseits auf eine insgesamt verminderte Durchsetzungsfähigkeit, andererseits aber auch auf jährlich wechselnde Durchsetzungsfähigkeiten hin, d.h. man kann für die einzelnen Arten nicht mit einer konstanten Besetzung des Standortes rechnen. Neben den reinen Röhrichtelementen entwickelten sich auch Arten anderer Pflanzengesellschaften innerhalb der Verbauungen recht gut, u.a. *Acorus calamus* und die verschiedenen *Carex*- und *Juncus*-Arten etc.. Darüber hinaus konnten 17 „Einwanderer“ aus anderen Gebieten kartiert werden, während von den ursprünglich eingesetzten 13 Arten bis Ende 1988 nur 10 mit mehr oder weniger großen Mengenanteilen übrig geblieben waren.

Auf ungünstigen Standorten - wie am Ostufer der Alster - ist diese Bestandsveränderung noch deutlicher ausgeprägt, weil hier die Pflanzungen z.T. total ausfielen (s. Tab. 1B). Die Verbauung Schwanenwik befindet sich auf dem durch Wellenschlag gefährdeten Ostufer, ist ca. 6 m tief und 70 m lang. Im Unterschied zu der Verbauung am Fährdamm (Abb. 3 A) wurden hier keine Pflanzen aus der Wildflora, sondern in einer Spezialgärtnerei vorgezogene Arten als Ballen- bzw. Mattenpflanzen verwendet. Die Gesamtdeckung stieg vom Bepflanzungsjahr bis Ende 1984 auf 2 %, sank dann 1985 auf unter 1 %, so dass in den Folgejahren 1986 bis 1988 jeweils wieder nachgepflanzt werden musste (Tab. 1, mit * versehen).

Vergleicht man die Entwicklung der drei Referenzarten untereinander und außerdem die hier ermittelten Daten mit denen vom Fährdamm, so ist festzustellen, dass die Pflanzen auf der westlichen Uferseite deutlich bessere Wachstumsbedingungen vorfinden als auf der Ostseite. Ursache dieses Entwicklungsunterschiedes sind nicht unterschiedliche Substrate, Nährstoffversorgungen oder Schadstoffbelastungen, sondern stärkere Wind- und Wellenexposition. Die für das Westufer aufgestellte Reihung der durchsetzungsfähigsten Arten ließ sich an dem durch Wellenschlag gefährdeten Ostufer nicht wiederfinden (s. Tab. 1). Da hier während der Beobachtungs- und Kartierungsjahre allgemein Deckungsrückgänge - teilweise mit Totalausfall einzelner Arten - festgestellt wurden, die Nachpflanzungen erforderlich machten, wurde auf eine entsprechende Pflanzenliste für das Ostufer verzichtet.

Den Praktiker wird interessieren, dass sich in Spezialgärtnereien vorgezogenes Pflanzenmaterial nach unseren Erfahrungen an den neuen Standorten an der Außenalster nur ungenügend durchsetzen kann. Man sollte daher, auch um Kosten und Arbeitsaufwand zu sparen, für Röhrichtpflanzungen möglichst auf wild geworbenes Pflanzenmaterial zurückgreifen. Das muss allerdings unter Berücksichtigung des Schutzes von Natur und Landschaft erfolgen. Es ist außerdem erwähnenswert, dass einige Arten, die eigentlich von ihrem potentiellen Standort her in die neuen Verbauungen an der Alster gehörten (*Phalaris arundinacea*, *Schoenoplectus lacustris* u.a.) sich hier nicht durchsetzen konnten und deshalb nicht mehr eingesetzt wurden.

Tab. 1 Verkürzte Tabelle der an der Außenalster eingesetzten Arten mit dem jeweiligen Deckungsanteil in % sowie der Artenzahl; * = geringfügig nachgepflanzt; S = Spontanbesiedlung.

A: Westufer (Fährdamm: Anlage der Pflanzung 1982)						
Befanzungsjahr	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Gesamtdeckung in %	49	36	42	62	66	60
Artenzahl (aus d. Gesamttabelle)	15	18	21	24	19	15
<i>Acorus calamus</i> L. (Kalmus)	1	2	3	1	3	3
<i>Bidens tripartita</i> L. (Zweizahn) S	+	+	+	+	+	-
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla (Meerstrand-Simse)	1	+	+	+	-	-
<i>Butomus umbellatus</i> L. (Schwanenblume)	+	+	+	+	(+)	-
<i>Carex gracilis</i> Curt. (Scharfe Segge)	++	1	1	1	1	++
<i>Carex riparia</i> Curt. (Ufer-Segge)	+	1	1	1	1	2
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb. (Großer Schwaden)	+	-	1	1	1	++
<i>Iris pseudacorus</i> L. (Gelbe Schwertlilie)	+	1	1	2	1	++
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sibth. u. Sm. (Teich-Rose) S	1	(+)	(+)	(+)	(+)	+
<i>Phalaris arundinacea</i> L. (Rohrglanzgras)	++	++	1	1	(+)	-
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. u. Steud. (Schilf-Rohr)	16	13	20*	34	40	38
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess. (Wasser-Kresse) S	+	(+)	++	+	+	1
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla (Gemeine Teichsimse)	+	+	+	+	+	+
<i>Sparganium erectum</i> L. (Ästiger Igelkolben)	5	3	2	2	2	1
<i>Typha angustifolia</i> L. (Schmalbl. Rohrkolben)	11	5	4	6	4	4
<i>Typha latifolia</i> L. (Breitbl. Rohrkolben)	13	10	8	10*	11	8
B: Ostufer (Schwanenwik: Anlage der Pflanzung 1983)						
Gesamtdeckung in %		2	++	46*	21*	15*
Artenzahl (aus der Gesamttabelle)		15	13	15	17	22
<i>Acorus calamus</i> (Kalmus)		+	+	3	1	3
<i>Bidens tripartita</i> (Zweizahn) S		+	-	+	-	+
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (Meerstrand-Simse)		(+)	(+)	(+)	-	-
<i>Butomus umbellatus</i> (Schwanenblume)		-	-	-	-	-
<i>Carex gracilis</i> (Scharfe Segge)		-	-	1	1	1
<i>Carex riparia</i> (Ufer-Segge)		-	-	1	1	1
<i>Glyceria maxima</i> (Großer Schwaden)		+	-	13	5	4
<i>Iris pseudacorus</i> (Schwert-Lilie)		+	+	+	1	++
<i>Phalaris arundinacea</i> (Rohrglanzgras)		-	-	-	-	-
<i>Phragmites australis</i> (Schilf-Rohr)		1	+	14	7	3
<i>Rorippa amphibia</i> (Wasserkresse) S		+	+	+	4	1
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (Gemeine Teich-Simse)		+	+	12	-	++
<i>Sparganium erectum</i> (Ästiger Igelkolben)		(+)	-	-	1	++
<i>Typha angustifolia</i> (Schmalblättriger Rohrkolben)		+	+	-	-	+
<i>Typha latifolia</i> (Breitblättriger Rohrkolben)		+	(+)	1	++	+

Will man auf den östlichen Uferseiten dichte Röhrichtgürtel wiederherstellen, so müssen hier die Standortparameter denen des Westufers angeglichen werden. Dieser Forderung wurde durch die Anlage von Steinschutzwällen vor den eigentlichen Pflanzungen Rechnung getragen. Auf die Schwierigkeiten, die sich mit einer Wasserberuhigung ergeben, wurde bereits hingewiesen.

Im Jahre 2004 durchgeführte stichprobenartige Nachuntersuchungen der Pflanzungen an der Außenalster haben die bisher gemachten Feststellungen der Bestandsentwicklung bestätigt, d.h. man muss mit jährlichen Änderungen der Dominanzen der einzelnen Arten rechnen. Großflächige Ausfälle von Arten - mit Ausnahme von *Phalaris arundinacea* und *Bolboschoenus maritimus* - traten allerdings nicht auf.

6 Gepflanzte Arten, ihre Eigenschaften und Eignungen

Nennung in der Reihenfolge ihrer Bedeutung für die Pflanzungen

1. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (Schilfrohr)

In geschützten Lagen an Seen, Teichen, Weihern, Flüssen und Bächen zeigt das ausläufertreibende Schilf eine sehr hohe Beständigkeit und auch ein gutes Durchsetzungsvermögen. Sein Einsatz kann sowohl mittels Halm- als auch mit Ballen- bzw. Mattenpflanzung erfolgen. Bei der vegetativen Vermehrung des Pflanzgutes muss allerdings längerfristig mit einer Vergreisung gerechnet werden. In geschützten Lagen eignet sich die Halmpflanzung mit heterogenem Pflanzenmaterial am besten. Zum Einsatz sollten 3-5 Halme pro Pflanzloch kommen, wobei man das Halmmaterial im Mai oder Juni gewinnen sollte. Der Schnitt sollte unterhalb der Wasseroberfläche erfolgen, und es sollten sich am Schaft mindestens 3-5 Knoten befinden. Das Pflanzenmaterial sollte möglichst umgehend an den Pflanzort transportiert und eingesetzt werden. Ballen- und Mattenmaterial wird ebenfalls Ende Mai oder im Juni ausgebracht und möglichst fest



Abb. 5

Vorjähriger Schilfbestand am Westufer der Außenalster, der aus einer Pflanzung hervorgegangen ist, im Februar 2005 (Foto: H. Preisinger).

im Substrat verankert. Hierzu eignen sich Eisenklammern, mit denen die Pflanzenmatten am Substrat befestigt werden. Die Pflanzungen sollten in eutrophierten Gewässern wegen der mangelhaften Ausbildung von Festigungselementen (Klötzli 1971) vor mechanischen Belastungen (Wellengang, Tritt, Bootseinfahrten etc.) geschützt werden.

2. *Typha angustifolia* L. (Schmalblättriger Rohrkolben)

Der Schmalblättrige Rohrkolben ist ausläufertreibend und zeigte mit die besten Bestandsentwicklungen an der Alster. Sein Einsatz ist über Ballen- oder Mattenpflanzungen möglich und sollte entsprechend des Einsatzes von *Phragmites australis* erfolgen. Im allgemeinen kann *T. angustifolia* ähnlich wie *Phragmites* in den Röhrichten an Teichen, Seen, Tümpeln, Weihern und Kolken eingesetzt werden. Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen ist seine Anwendung als Uferschutzpflanze bei hoher Nährstoffversorgung zu bevorzugen, da bei ihm das Lagerungsproblem von *Phragmites* nicht festgestellt werden konnte.

3. *Typha latifolia* L. (Breitblättriger Rohrkolben)

Der Breitblättrige Rohrkolben ist ausläufertreibend und wird als Ballen- oder Mattenpflanze eingesetzt. Er wird allgemein für den Einsatz in schlammigen Uferbereichen vorgesehen und gilt als Zeiger für Faulschlamm. Sein Wert als Uferschutzpflanze an der Alster entspricht fast dem des Schmalblättrigen Rohrkolbens, allerdings mit der Einschränkung, dass er trotz guter Anfangsentwicklung eine relativ große Lagerungstendenz aufweist. Lückenbildung kann für beide Arten möglicherweise auf selbsterzeugte Giftstoffe zurückgeführt werden (McNaughton 1968). Besonders wenn Menschen oder größere Tiere in die Röhrichte eindringen oder starke mechanische Belastungen vorliegen (Einfahren von Booten), werden die Pflanzen leicht geknickt und können sich nicht mehr aufrichten. Sie gehen allerdings nicht so leicht zugrunde, wie es für *Phragmites* festgestellt wurde.

4. *Sparganium erectum* L. (Ästiger Igelkolben)

Der Ästige Igelkolben ist eine Staude mit horstförmigem Wuchs. Er kommt in Röhrichten an stehenden oder langsam fließenden Gewässern mit schlammigem, nährstoffreichem Grund vor. In jungen, lichten Verbauungen kann er sich gut durchsetzen, wird aber in älteren, dichten Verbauungen durch die Konkurrenz anderer Arten leicht verdrängt. An der Alster gehört diese Art zu den bestandsbildenden Arten wie *Phragmites* und *Typha* und kann als Ballen gepflanzt werden.

5. *Iris pseudacorus* L. (Gelbe Schwertlilie)

Die Gelbe Schwertlilie ist eine Rhizompflanze der Röhrichte und Rieder an stehenden und fließenden Gewässern. Wegen ihrer Unempfindlichkeit gegenüber Wind und Wellenschlag, der guten Wüchsigkeit und wegen ihres Wertes als Zierpflanze hat sie sich als eines der besten Verbauungselemente an der Alster erwiesen. Grundsätzlich müsste sie ähnlich wie die beiden *Typha*-Arten beurteilt werden. Ältere Exemplare neigen

zum Auseinanderbrechen. Damit die Pflanzen sich nicht zu stark ausbreiten, sollte man sie zusammen mit anderen konkurrenzstarken Arten pflanzen.

6. *Acorus calamus* L. (Kalmus)

Der Kalmus ist eine Rhizompflanze und wird als Ballen- bzw. Mattenpflanze an den Gewässern eingesetzt. Er zeigte an der Außenalster recht gute Entwicklungen, wobei hohe Sommertemperaturen ihn zu fördern scheinen. Seine relativ geringe Konkurrenzkraft beschränkt seinen Einsatz auf lückige Röhrichte stehender oder schwach fließender Gewässer. Wegen seiner Inhaltsstoffe wird der Kalmus von Wassergeflügel nur unwesentlich verbissen. Da er wenig empfindlich gegenüber Wellenschlag ist, wäre sein Einsatz auch auf exponierten Standorten möglich.

7. *Carex gracilis* Curt. (Scharfe Segge)

Hervorragend für den Uferschutz an Flüssen und Staubecken geeignete Großsegge. Sie ist mehr oder weniger rasenbildend und gilt als eine der wichtigsten Uferschutzpflanzen, besonders in Seggenriedern, in Sümpfen und in den Röhrichten stehender und fließender Gewässer. An der Alster erwies sie sich als besonders widerstandsfähig gegen Wellenschlag. In windexponierten Lagen bildete sie relativ stabile Bestände. Die Fähigkeit zur Ausbreitung ist eingeschränkt. Letztere wird durch hohe Frühjahrs-temperaturen gefördert. *Carex gracilis* eignet sich sowohl für ruhige als auch für exponierte Ufer und könnte nach unseren Erfahrungen als sogenannte Ammenpflanze mit Erfolg über Ballenpflanzungen eingesetzt werden.

8. *Carex riparia* Curt. (Ufer-Segge)

Diese Großsegge kommt natürlich in Seggenriedern von Bächen und Gräben vor. Sie ist nährstoffliebend und hat sich in den Verbauungen der Alster als gut durchsetzungsfähig erwiesen. Ihre Einsatzmöglichkeit wird nach den bisher vorliegenden Erfahrungen entsprechend der von *Carex gracilis* beurteilt.

9. *Carex acutiformis* Ehrh. (Schlanke Segge)

Natürlich kommt diese Art in Seggenriedern und Streuwiesen vor. Sie ist kalkliebend, mehr oder weniger rasenbildend und gilt als gute Uferschutzpflanze an Staugewässern. Auch ihre Einsatzmöglichkeit wird nach unseren Erfahrungen an der Außenalster mit der von *Carex gracilis* gleichgesetzt.

10. *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb. (Großer Schwaden, Wasserschwaden)

Der Wasserschwaden kommt bestandsbildend in Röhrichten an schlammigen Gräben, Bächen und Teichen vor. Für solche Standorte - besonders an Staubecken - gilt er als gute Uferschutzpflanze. Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen an der Alster sollte sein Einsatz auf eine Wassertiefe oberhalb von -20 cm begrenzt werden und dürfte sich nur auf einigermaßen geschützte Bereiche beschränken.

11. *Juncus effusus* L. (Flatter-Binse)

12. *Juncus conglomeratus* L (Knäuel-Binse)

Beide Arten kommen natürlich in Feuchtwiesen auf nassen, mehr oder weniger nährstoffreichen humosen Böden vor. Obwohl für Röhrichte nicht standortstypisch, konnten sich beide Binsenarten sogar in den windexponierten Flachwasserzonen des Ostufers gut halten. Gegenüber anderen Arten der Röhrichtzone können sie sich langfristig wegen ihres hohen Lichtbedarfs schlecht durchsetzen. Ihr horstförmiger Wuchs ermöglicht nur eine relativ geringe Bestandsvergrößerung. Dennoch ist ihr Einsatz als Ammenpflanze über Ballenpflanzungen besonders am Ostufer von Seen zu empfehlen.

13. *Butomus umbellatus* L. (Schwanenblume)

Der in den Verbauungen gepflanzte Bestand entwickelte sich über die Jahre hinweg rückläufig. Nur in älteren, nicht zu dichten Anpflanzungen konnte sich die Art in windgeschützter Lage behaupten. Auch für *Butomus* gilt, dass ihr Einsatz zur Abrundung des Artenpotentials und wegen ihres Wertes als Zierpflanze sinnvoll ist.

14. *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla (Graue Teichsimse)

Die Graue Teichsimse bildet Rhizome und gilt als wichtige Uferschutzpflanze an stehenden, selten auch fließenden Gewässern. Sie wird in Form von Ballen- oder Mattenpflanzungen eingesetzt, zeigte aber in den Alsterverbauungen sehr unsichere Bestandsentwicklungen. Die Zusammenbrüche und Stagnationen im Wachstum schränken ihre Verwendbarkeit an der eutrophen Alster deutlich ein. Nach Ellenberg (1986) sind ihre von schwammigem Mark erfüllten Stängel weniger knickfest als die ligninreichen und durch Kieselsäure versteiften Rohrhalme. Auch nach unseren Erfahrungen ergeben sich keine Standortsvorteile in wellenschlaggefährdeten Uferbereichen (s. auch Ellenberg 1986). Bei der Pflanzgutwerbung wird die Art allerdings häufig auch mit *Schoenoplectus tabernaemontani* aus dem Tidegebiet der Elbe verwechselt, die auf keinen Fall in Seen eingesetzt werden sollte, da sie ganz andere Standortansprüche aufweist.

15. *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (Meerstrand-Simse)

Diese Art bildet kurze, knollig verdickte Rhizome aus. Sie hat ihren Schwerpunkt besonders an den tidebeeinflussten Ästuaren auf nährstoffreichen, oft salzhaltigen Schlick- oder Schlick-Sandböden, wie sie im Unterlauf der küstennahen Flüsse auftreten. Im Binnenland kommt sie relativ selten vor. An der Außenalster wurde diese Art als Ballenpflanze eingesetzt und zeigte insgesamt eine sehr schlechte Entwicklung. Ihr Vorkommen blieb trotz mehrfacher Nachpflanzungen auf Einzelpflanzen begrenzt. Der Einsatz von *Bolboschoenus* erscheint deshalb im Seeuferbereich wenig sinnvoll.

16. *Phalaris arundinacea* L. (Rohr-Glanzgras)

Das Rohr-Glanzgras hat eine kriechende Grundachse und kommt in den höheren Bereichen von Röhrichtern und Großseggenbeständen an stehenden und fließenden, nährstoffreichen Gewässern natürlich vor. Es hat sich in den Verbauungen bei einer

Wassertiefe von ca. -20 cm als nicht geeignet erwiesen. Trotz mehrfacher Bemühungen und Nachpflanzungen verschwanden die initiierten Pflanzenbestände nach relativ kurzer Zeit. Unter den Bedingungen der Außenalster sollte man deshalb in Zukunft auf den Einsatz von *Phalaris arundinacea* verzichten.

17. *Alisma plantago-aquatica* L. (Froschlöffel)

Diese Art hat keinen eigentlichen Verbauungswert. Ihr Einsatz wird lediglich als Zierpflanze bzw. als ein typisches Röhrrichtelement empfohlen.

18. *Mentha aquatica* L., Wasser-Minze

Die Wasser-Minze ist eine Staude und bildet unterirdische, im Wasser auch oberirdisch flutende Ausläufer aus. Sie kommt natürlich in Röhrriechen und Großseggenbeständen sowie in Moorwiesen, Bruch- und Auenwäldern auf nährstoffreichen, tonigen oder torfigen Böden vor. Ihre Verbreitung in den Alsterverbauungen beschränkt sich auf Gräben, extreme Flachwasser- und Wallbereiche, wo sie keine größeren Deckungen erreicht. Ihre Verwendung in den Verbauungen erfolgt deshalb unter dem Aspekt ihres Zierwertes.

7 Literatur

- Anonymus (1990): Die Außenalster, Entwicklung. Biologie, Bepflanzung. Freie und Hansestadt Hamburg (Broschüre).
- Baumann D.; Mahnke, J. & Stegmann, H. (1976): Wasserwirtschaft und Wasserbau im Bereich der Alsterbecken: Geschichte und Entwicklung. In: Caspers, H.; Degens E.T. & Vollbrecht, K. (Hrsg.). Die Hamburger Alster. Geologische, hydrobiologische und wasserwirtschaftliche Entwicklung eines Stadtgewässers. Mitt. Geol.-Paläontol. Inst. Univ. Hamburg 46, 239-265.
- Bittmann, E. (1965): Grundlagen und Methoden des biologischen Wasserbaus. In: Der biologische Wasserbau an den Bundeswasserstraßen. Stuttgart: Ulmer, 17-78.
- Caspers, H. (1976): Hydrobiologische Entwicklung und biocoenotische Struktur der Hamburger Stadtgewässer. In: Caspers, H.; Degens, E.T. & Vollbrecht, K. (Hrsg.). Die Hamburger Alster. Geologische, hydrobiologische und wasserwirtschaftliche Entwicklung eines Stadtgewässers. Mitt. Geol.-Paläontol. Inst. Univ. Hamburg 46, 267-354.
- Caspers, H.; Degens, E.T. & Vollbrecht, U.K. (Hrsg.) (1976): Die Hamburger Alster. Geologische, hydrobiologische und wasserwirtschaftliche Entwicklung eines Stadtgewässers. Mitt. Geol.-Paläontol. Institut Univ. Hamburg 46 (431 S.).
- Caspers, H. & Penzhorn, H. (1976): Trophie und Saprobität; Gütebeurteilung der Hamburger Stadtgewässer. In: Caspers, H.; Degens, E.T. & Vollbrecht, K. (Hrsg.). Die Hamburger Alster. Geologische, hydrobiologische und wasserwirtschaftliche Entwicklung eines Stadtgewässers. Mitt. Geol.-Paläontol. Inst. Univ. Hamburg 46, 413-431.
- Ehrendorfer, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas (2. Aufl.). Stuttgart: G. Fischer (318 S.).
- Ellenberg, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht (4. Aufl.). Stuttgart: Ulmer (989 S.).
- Ellenberg, H. (2001): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht (6. Aufl.). Stuttgart: Ulmer.

- Klötzli, F. (1971): Biogenous influence on aquatic macrophytes, especially *Phragmites communis*. *Hydrobiologica* (Bucuresti) 12, 107-111.
- Krummscheid-Lankert, P. & W. Schöllhorn (1993): Uferrenaturierung und Röhrichschutz. Das F+E-Vorhaben „Wiederansiedlung von Schilfbeständen am Bodensee“. *Natur und Landschaft* 68, H. 7/8, 403-411.
- Mc Naughton, S.J. (1968): Autotoxic feedback in relation to germination and seedling growth in *Typha latifolia*. *Ecology* 49, 367-369.
- Melhop, W. (1932): Die Alster. Geschichtlich, ortskundlich und flussbautechnisch beschrieben. Hamburg: Paul Härtung (668 S.).
- Neugebohrn L. et al. (1982-1996): Uferbepflanzung der Außenalster - Berichte für die Jahre 1982-1996. Inst. für Angewandte Botanik Univ. Hamburg, i.A. der Baubehörde der Freien und Hansestadt Hamburg (unveröff.).
- Paluska, A. (1976): Unterlauf der Alster im Holozän und in historischer Zeit. In: Caspers, H.; Degens, E.T. & Vollbrecht, K (Hrsg.). Die Hamburger Alster. Geologische, hydrobiologische und wasserwirtschaftliche Entwicklung eines Stadtgewässers. Mitt. Geolog.-Paläontol. Institut Univ. Hamburg 46,15-42.
- Penzhorn, H. (1975): Beziehung der Planktonentwicklung zu astatischen Trophieschwankungen. Produktionsbiologische Untersuchungen in Hamburger Stadtgewässern. Diss. FB. Biologie, Univ. Hamburg.

Anschriften der Verfasser

Dr. Lars Neugebohrn
 Biozentrum Klein Flottbeck der Universität Hamburg
 Ohnhorststr. 18
 (ehemals Institut für Angewandte Botanik der Universität Hamburg, Marseillerstr. 7)
 <lneugebohrn@web.de>

Dipl. Biol. Erich Grandt
 Dr. Marcus Hoberg
 Dipl.-Biol. Gabriele Stiller
 (ehemals Institut für Angewandte Botanik der Universität Hamburg, Marseillerstr. 7)

Hans Tiemann
 Baubehörde der Freien und Hansestadt Hamburg, Amt für Wasserwirtschaft

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des Botanischen Vereins zu Hamburg](#)

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Die Wiederherstellung der Röhrichte an der Außenalster von Hamburg 53-70](#)