



Erläuterungen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
in Schleswig-Holstein

Regeneration von Seen

Erstellt durch Arbeitsgruppe: 2005

Aktualisiert: Dezember 2009

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Definitionen	2
3.	Übersicht über Defizite, ihre Ursachen und mögliche Maßnahmen	4
3.1	Überversorgung mit Nährstoffen.....	6
3.1.1	Diffuse Einträge	6
3.1.1.1	Änderung der Flächennutzung zwecks Erhöhung des Stoffrückhaltes	6
3.1.1.2	Technische Maßnahmen am Zulauf zwecks Erhöhung des Stoffrückhaltes.....	9
3.1.2	Punktuelle Einträge	9
3.1.3	Früher höhere Belastung - Restaurierungsmaßnahmen.....	10
3.2	Veränderung des Chemismus	11
3.3	Fehlende Wandermöglichkeiten	11
3.4	Veränderungen der Ufer	12
3.5	Veränderungen der Seewasserstandsschwankungen	12
4.	Förderung von Maßnahmen zur Regeneration von Seen.....	13
5.	Erstellung und Umsetzung von Sanierungskonzepten	14
6.	Auswahl von Seen	15
7.	Ansprechpartner	15
8.	Literatur	16

Die „Hinweise“ für die Dienststellen und Bearbeitungsgebiets-Arbeitsgruppen wurden ab 2008 in „Erläuterungen“ umbenannt, weil sich die Inhalte nicht mehr nur an die Dienststellen des Landes und die Arbeitsgruppen richteten, sondern auch allgemein als Hintergrundpapiere zur Erläuterung der Vorgehensweise in Schleswig-Holstein für die interessierte Öffentlichkeit und für den Compliance-Check der EU-Kommission dienen sollen.

Mitglieder der AG Seenregeneration 2005

Elisabeth Wesseler

Herr Dieter Bähr

Herr Dr. Dieter Bohn

Herr Gerhard Hartmann

Herr Dr. Henning Thiessen

Herr K-P. Rohwedder

Herr Michael Wittl

Herr Peter Baumann

Frau Sabine Reichle

Herr Dirk Vowe

Herr Joachim Schmidt

Herr Andre Stoffer

Frau Gudrun Plambeck

LANU, **Leitung der Fach-AG**

Leiter der Wasserbehörde Plön

LSFV

Kreis Segeberg, Gewässer und Landschaft

Abteilung 3 LANU

MLUR

Wasserbehörde Rendsburg-Eckernförde

StUA Kiel

WWF

ALR Kiel, Abteilung Fischerei

Bauernverband

WBV Ostholstein

LANU

1. Einleitung

Die überwiegende Zahl der größeren schleswig-holsteinischen Seen erreicht z.Zt. nicht den guten ökologischen Zustand gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. Wichtigste Ursache hierfür ist bei den meisten Seen des Landes die Überversorgung mit Nährstoffen (Eutrophierung), die u.a. zur Trübung des Wassers durch Mikroalgen, zu verschlechterten Lebensbedingungen für Unterwasserpflanzen und bestimmte Fische sowie zur Veränderung des Nahrungsgefüges im See führen. Es besteht daher dringender Handlungsbedarf zum Schutz und zur Regeneration vieler Seen des Landes, die sich – wie es die EU-Wasserrahmenrichtlinie fordert - wieder zu Lebensräumen für die ihnen entsprechenden Tiere und Pflanzen entwickeln sollen. Vorrangig werden Seen mit einer Fläche von mehr als 50 ha sowie solche in Schutzgebieten bearbeitet.



Die „Hinweise zur Regeneration von Seen“ sollen die Arbeitsgruppen in den Bearbeitungsgebieten bei der Bewirtschaftungsplanung unterstützen. Insbesondere dienen sie dazu

- den Regenerationsbedarf von Seen zu ermitteln,
- Aktivitäten zur Regeneration von Seen vorschlagen zu können und
- Grundlagen für die grobe Abschätzung von Umfang und Aufwand für erforderliche Maßnahmen zu erhalten.

Die Hinweise wurden von einer Fach-Arbeitsgruppe aus Vertretern von Wasser- und Bodenverband, Bauernverband, Naturschutz, Kreisen, StUA, LANU und MLUR 2005 erarbeitet und 2008 aktualisiert. Parallel dazu wurden weitere Hinweise erarbeitet: 1. Ausweisung von er-

heblich veränderten Gewässern, 2. Regeneration von Fließgewässern, 4. Umgang mit Flächen an Binnengewässern, 5. Ermittlung von Vorranggewässern, 6. Reduzierung von Nährstoffeinträgen ins Grundwasser.

In der Vergangenheit wurden bereits

- „Empfehlungen zum integrierten Seenschutz“ (1999),
- Sanierungskonzepte für mehrere Seen des Landes (z.B. Wittensee, Hemmelsdorfer See, Klüthsee) sowie
- Empfehlungen zur Entlastung für zahlreiche Seen (siehe Berichte des LANU Reihe B) erarbeitet. Die „Hinweise zur Regeneration von Seen“ sollen neben den Möglichkeiten einer Sanierung vor allem das Vorgehen bei der Umsetzung von Maßnahmen darstellen und klären, wer Träger von Maßnahmen werden kann (Punkt 5).

2. Definitionen

Das **Leitbild** beschreibt in Ermangelung eines Sees in Schleswig-Holstein, der sich in sehr gutem Zustand nach WRRL befindet, den dem jeweiligen Seetyp entsprechenden potenziell natürlichen Gewässerzustand (**Referenzzustand**) (Tabelle 1), der auch als Orientierungshilfe für die Bewertung des aktuellen Zustandes dient.

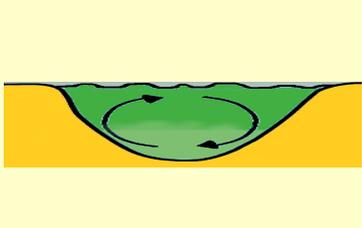
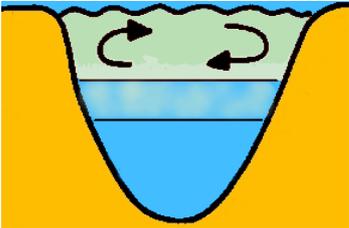
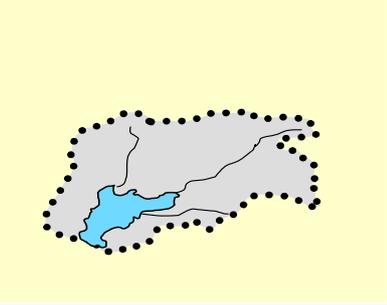
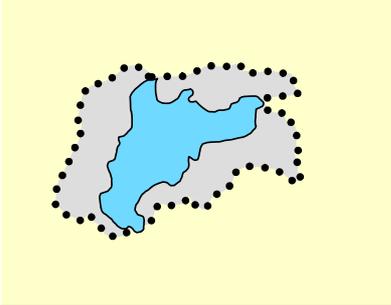
Ein Beispiel für einen See des Typs 13 (tiefe Seen mit kleinem Einzugsgebiet), der diesem Leitbild nahe kommt, ist der im Kreis Plön gelegene Suhrer See.

Für den sehr guten ökologischen Zustand nach Wasserrahmenrichtlinie sind vor allem von Bedeutung:



- Die potenziell natürliche Besiedlung eines Sees mit Unterwasservegetation, Fischen, Wirbellosen des Seegrundes und Phytoplankton (Mikroalgen),
- Der potenziell natürliche Stoffhaushalt, insbesondere hinsichtlich Sauerstoff, Salz- und Kalkgehalt und Nährstoffen sowie die Abwesenheit von Schadstoffen wie z.B. Pflanzenschutzmitteln,
- Der potenziell natürliche Wasserhaushalt, vor allem hinsichtlich des Seewasserstandes, der Abflüsse der Zu- und Abläufe sowie der Wasseraufenthaltszeit im See.

Tab. 1: Steckbrief (Auszug) für den Referenzzustand von zwei in Schleswig-Holstein häufige Seentypen

Typ 11	Typ 13:
Kalkreicher, ungeschichteter Tieflandsee mit großem Einzugsgebiet	Kalkreicher, geschichteter Tieflandsee mit kleinem Einzugsgebiet
	
	
<p>Unterwasservegetation der</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seerosen-Gesellschaften (<i>Nymphaeion albae</i>), • Spiegellaichkraut-Gesellschaften (<i>Potamion lucentis</i>) und • Ausdauernden Armeuchteralgen-Gesellschaften (<i>Charion asperae</i>) 	<p>Unterwasservegetation der</p> <ul style="list-style-type: none"> • Graslaichkraut-Gesellschaften (<i>Potamion graminei</i>) und verschiedener • Armeuchteralgen-Gesellschaften (<i>Charrea fragilis</i>)
Trophiestufe: mesotroph 2 - eutroph 1	Trophiestufe oligotroph – mesotroph 1
Phosphorkonzentration:	Phosphorkonzentration:
Frühjahr: 0,015 bis 0,039 [mg/l P]	Frühjahr: < 0,030 [mg/l P]
Sommer: 0,019 bis 0,046 [mg/l P]	Sommer: < 0,022 [mg/l P]
<p>Arenholzer See, Passader See, Bordesholmer See, Postsee, Bornhöveder See, Schmalensee, Bothkamper See, Seedorfer See, Brahmsee, Sibbersdorfer See, Drüsensee, Stendorfer See, Großer Eutiner See, Südensee, Lankersee, Süseler See, Mözener See, Wardersee SE, Neversdorfer See, Wardersee RD, Westensee</p>	<p>Behlendorfer See, Großer Plöner See, Großer Pönitzer See, Schaalsee, Schluensee, Schöhsee, Selenter See, Stocksee, Suhrer See, Trammer See, Wittensee</p>

Das **Entwicklungsziel** als realistisches Leitbild beschreibt den gemäß WRRL angestrebten **guten ökologischen Zustand** eines Sees - unter Berücksichtigung der einschränkenden Randbedingungen. Aufgrund der möglichen Restriktionen ist davon auszugehen, dass die zu betrachtenden Seen zumeist nicht zu 100 % regeneriert werden können. Unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten ist eine Abschätzung über die Wirksamkeit möglicher Maßnahmen und über die Zielerreichung vorzunehmen, und entsprechende Prioritäten zu setzen. Unter Umständen sind für einige Seen eine Fristverlängerung oder verminderte Umweltziele gem.

§ 4 WRRL in Anspruch zu nehmen, soweit erkennbar ist, dass die Regeneration des Sees nicht bis 2015 abgeschlossen werden kann.

Zur Veranschaulichung der Entwicklungsziele für die verschiedenen Seetypen können andere Seen gleichen Typs herangezogen werden, die einen besseren ökologischen Zustand aufweisen z.B. für den Typ 11 (flache Seen mit großem Einzugsgebiet) der Wardersee (RD). Zur Erarbeitung von Entwicklungszielen für einzelne Seen sollten jeweils individuell die bestgeeigneten, möglichst nahegelegenen Seen ausgewählt werden.

Die **Sanierung** eines Sees umfasst Maßnahmen **in seinem Einzugsgebiet**, die zur Verbesserung des ökologischen Zustandes des Sees führen. Als Beispiel zur Minderung von Stoffeinträgen ist der verbesserte Stoffrückhalt in der Fläche, die Steigerung der Reinigungsleistung von Kläranlagen oder Maßnahmen an den Zuläufen zu nennen.

Die **Restaurierung** eines Sees umfasst Maßnahmen **in einem See** wie z.B. Biomanipulation, Uferzonenmanagement oder Tiefenwasserbehandlung.

Vorrangseen sind solche Seen, die geeignet sind, nach Durchführung von Sanierungsmaßnahmen mit vertretbarem Aufwand den guten ökologischen Zustand (ggfs. auch geringere Umweltziele) mittelfristig (möglichst bis 2015) zu erreichen. Bei der Auswahl von Vorrangseen wird auch die Lage in einem Schutzgebiet berücksichtigt.

3. Übersicht über Defizite, ihre Ursachen und mögliche Maßnahmen

Aufgrund ihrer unterschiedlichen Seetiefe und Einzugsgebietsgröße unterscheiden sich die Seen im naturnahen Zustand. So sind die Nährstoffeinträge in Seen mit großen Einzugsgebieten natürlicherweise größer als in solchen mit kleinen Einzugsgebieten. Die Auswirkungen von eingetragenen Stoffen sind wiederum in flachen Seen gravierender als in tiefen Seen. Zur Beschreibung ihres aktuellen Zustands müssen die Defizite im Vergleich mit dem individuellen typabhängigen Entwicklungsziel beschrieben werden. In Tabelle 2 ist eine Übersicht der wichtigsten Defizite, ihrer Ursachen und möglicher Maßnahmen zusammengestellt:

Tab. 2: Defizite, die die Tiere und Pflanzen von Seen beeinträchtigen, Ursachen und mögliche Maßnahmen

Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaften durch		
Defizit	Ursache	Maßnahme
1. Überversorgung mit Nährstoffen durch	1. diffuse Einträge	Änderung der Flächennutzung zwecks Erhöhung des Stoffrückhaltes
		Technische Maßnahmen am Zulauf zwecks Erhöhung des Stoffrückhaltes
	2. punktuelle Einträge	Verbesserung der Abwasserreinigung ggfs. über den Stand der Technik heraus, Abwasserminimierung
		Anlage von Regenklärbecken mit nachgeschaltetem bewachsenen Bodenfilter
		Vermeidung von sonstigen Stoffeinträgen (z.B. Dünger aus angrenzenden Gärten, An-, Zufüttern von Fischen)
	3. früher höhere Belastung, Einzugsgebiet bereits weitgehend saniert	Restaurierungsmaßnahmen im See (z.B. Biomanipulation, techn. Maßnahmen) zwecks Beschleunigung der Erholung
2. grundlegende Veränderung des Chemismus	Anreicherung von Kalk in ursprünglich kalkarmen Seen	Erforderliche Maßnahmen unverhältnismäßig umfangreich, daher i.d.R. geringere Umweltziele
	Aussüßung durch Unterbrechung der Verbindung zwischen Strandseen und der Ostsee	Optimierung des Wasseraustausches Ostsee/See (Maximierung) bzw. der Abflusssteuerung
3. Fehlende Wandermöglichkeiten	Unterbrechung der Durchgängigkeit zwischen See und Zu/Ablauf	Herstellung der Durchgängigkeit
4. Veränderungen der Ufer	Freizeitnutzung, Ufernutzung	Lenkung, Umweltpädagogik, Aufklärung
	Röhrichtrückgang ohne eine direkt erkennbare Ursache	Pilotprojekte, praxisorientierte Versuchsstrecken
5. Veränderungen der Seewasserstandsschwankungen	künstliche Steuerung z.B. zwecks Stromgewinnung	Steuerung optimieren mit dem Ziel, die natürliche Lebensraumvariabilität zu erhalten
		keine weitere Wasserstandsabsenkung (= Verschlechterung)
6. Veränderung der Fischartenzusammensetzung	Einseitiger Besatz, einseitige Befischung	Hege nach fischereiwirtschaftlichem Hegeplan

3.1 Überversorgung mit Nährstoffen

Defizite in der Zusammensetzung der verschiedenen Lebensgemeinschaften, die ausschlaggebend für die Bewertung nach den Vorgaben der WRRL sind, hängen in den meisten schleswig-holsteinischen Seen eng mit der Anreicherung von Nährstoffen (Eutrophierung) zusammen. Diese ist bedingt durch diffuse Einträge aus der Fläche und/oder durch punktuelle Einträge aus der Abwasserbeseitigung (Schmutz- und Niederschlagswasser). Im Mittelpunkt der Betrachtungen steht hierbei der Phosphor, da er in den meisten Seen als limitierender Faktor für das Algenwachstum wirkt.

Maßnahmen zum Stoffrückhalt sollten an der Quelle, das heißt, bei der Abwassereinleitung und auf Flächen mit hohen Stoffverlusten ergriffen werden.

Die für die Regeneration erforderliche Steigerung des Nährstoffrückhaltes an Land wird vom LANU für jeden See individuell abgeschätzt nach der Beziehung:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Tatsächlicher} \\ \text{Phosphor-Eintrag} \\ \text{(kg P pro Jahr)} \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline \text{Verträglicher*} \\ \text{Phosphor-Eintrag} \\ \text{(kg P pro Jahr)} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Erforderliche Verminderung des Phosphor-} \\ \text{eintrages durch zusätzlichen Rückhalt} \\ \text{an Land (kg P pro Jahr)} \\ \hline \end{array}$$

* abhängig vom Entwicklungsziel

3.1.1 Diffuse Einträge

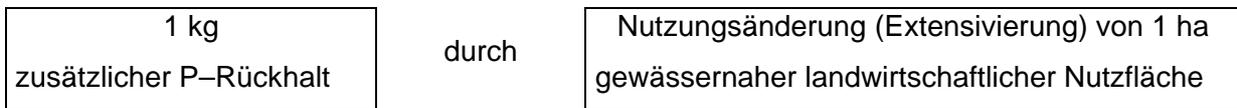
3.1.1.1 Änderung der Flächennutzung zwecks Erhöhung des Stoffrückhaltes

Ergibt die Abschätzung, dass Stoffausträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen eine erhebliche Bedeutung für den betrachteten See haben, werden Maßnahmen zur Verringerung des Stoffaustrages aus diesen Flächen erforderlich.



Dieses kann selbstverständlich nur im Einvernehmen mit dem jeweiligen Eigentümer erreicht werden. Daher sollte von allen Beteiligten angestrebt werden, notwendige und realisierbare Maßnahmen unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten einvernehmlich abzustimmen und festzulegen. Einschränkungen bei der landwirtschaftlichen Nutzung sind entsprechend auszugleichen.

Stoffverluste von Flächen in Abhängigkeit von der Nutzung sind in der Literatur zahlreich dokumentiert (FREDE & DABBERT 1998). Als Faustzahl wird nachfolgend näherungsweise herangezogen:



Es sind hinreichende Flächen innerhalb des See-Einzugsgebietes zu extensivieren, damit der erforderliche zusätzliche Phosphor-Rückhalt erreicht wird. Um den Flächenbedarf möglichst gering zu halten, ist die angestrebte Nutzungsänderung auf Flächen zu konzentrieren, von denen besonders viel Phosphor in die Gewässer gelangt. Diese befinden sich vorrangig in Gewässernähe oder in Hanglagen. In Abbildung 1 sind u.a. Räume zusammengestellt, aus denen entweder hohe Stoffeinträge erfolgen oder auf denen Stoffausträge aus angrenzenden Flächen zurückgehalten werden können. Entsprechende Karten mit modellhaft ermittelten, besonders relevanten erosionsgefährdeten Flächen liegen individuell für jeden See vor.

Seen
Talraum: Fläche innerhalb der Höhenlinie des **mittleren Wasserstandes + 3 m**
Uferstreifen: Fläche von der Uferlinie bei mittlerem Wasserstand +100 m landwärts
Es gilt die jeweils größere Fläche*.

Niedermoorböden mit Potenzial für Stoffrückhalt
Hangflächen mit hohem Erosionsrisiko

*Sofern in Niederungsbereichen dabei unverhältnismäßig große Flächen entstehen, wird die Fläche eingegrenzt. Dies wird bei der Flächendarstellung durch das LANU bereits berücksichtigt.

Fließgewässer
Talraum: Fläche innerhalb der **Höhenlinie des Mittelhochwassers + 1 m**
In Niederungsgebieten: $B = 100 \times \sqrt{MHQ}$ (Mäanderformel)
B = Gesamtbreite des Entwicklungsraumes
MHQ = Abflussmenge bei mittlerem Hochwasser
Es gilt die jeweils kleinere Fläche.

Abb. 1: Flächen an Binnengewässern in Schleswig-Holstein mit besonderer Bedeutung für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie

Als **Entwicklungsmaßnahmen** für Flächen zwecks Stoffrückhalt kommen in Betracht:

- Nutzungsänderung auf gewässernahen Flächen
 - Umwandlung von Acker zu Grünland,
 - Umwandlung intensiv zu extensiv genutztem Grünland, mit entsprechenden Mahd- bzw. Beweidungskonzepten,
 - Aufgabe/Umleitung von Drainagen und Gräben,
 - Verringerung der Düngung (Versorgungsklasse B statt C),
 - Waldbildung
- Erosionsschutz auf Hangflächen
 - Nutzungsänderung (s.o.),
 - Anlage von linienhaften oder punktförmigen Elementen (Knickwälle bzw. Mulden quer zum Hang, Rückhalteweiher),
 - bei hinreichendem Gefälle: Auslaufen von Drainagen und Gräben über die Oberfläche der angrenzenden Seeniederungsflächen,
 - bodenschonendere Bewirtschaftungsweise

Weitere Ausführungen zur Erhöhung des Stoffrückhaltes in der Fläche sind in den „Hinweisen zum Flächenbedarf und zum Umgang mit Flächen bei der Entwicklung von Fließgewässern und Seen“ enthalten. Die genannten Nutzungsänderungen können – je nach den Gegebenheiten vor Ort - entweder vom Flächeneigentümer vorgenommen und durch Entschädigungen vergütet oder nach Flächenerwerb durchgeführt werden. Um die Bereitschaft für eine Nutzungsänderung zu fördern, sollte im Einzugsgebiet eines Sees für seine Sanierung geworben und über die Zusammenhänge informiert werden. Darüber hinaus kann eine Beratung der einzelnen Landwirte zur Düngung bzw. zum Stoffrückhalt in der Fläche wie sie in Wasserschutzgebieten bereits erfolgreich durchgeführt wird, sinnvoll und notwendig sein. Den Bearbeitungsgebietsverbänden wurde die Möglichkeiten für die Anlage eines Flächenpools eröffnet, um den ggfs. möglichen Erwerb von Flächen zu erleichtern.

Kostenbeispiele:

Bei Flächenerwerb (Ackerland):	8.000 bis 12.000 € pro ha (und damit pro kg P) (einmalige Kosten)
Bei Entschädigung für Nutzungsänderung:	300 bis 600 € pro ha (und damit pro kg Phosphor) jährlich

3.1.1.2 Technische Maßnahmen am Zulauf zwecks Erhöhung des Stoffrückhaltes

Wenn eine extensive Landbewirtschaftung im Einzugsgebiet nicht in erforderlichem Maß erreichbar ist beziehungsweise wenn die Restfrachten noch zu hoch sind, sind spezielle Maßnahmen zum Stoffrückhalt in der Nähe des Sees und seiner Zuläufe zu erwägen. Vor der Einmündung kleinerer Fließgewässer können durch Bodenfilter, Verrieselung über Niederungsflächen oder durch chemische Fällung im Nebenstrom dem Zulauf Nährstoffe entzogen werden. Wichtig ist es, bei derartigen Maßnahmen die Durchgängigkeit des Gewässernetzes für Fische und andere Tiere zu erhalten. Die investiven und jährlichen Betriebskosten sind bei diesen Methoden in der Regel hoch.

3.1.2 Punktuelle Einträge

Die Bedeutung des Schmutzwassers als Nährstoffquelle für die schleswig-holsteinischen Seen ist stark zurückgegangen, da die **Abwasserreinigung** in den letzten 30 Jahren deutlich verbessert wurde. Trotzdem gibt es noch immer einzelne Seen (5 – 10 Seen) wie zum Beispiel den Wittensee oder den Hemmeldorfer See, in die durch gereinigtes Abwasser Nährstoffe in relevanten Mengen eingetragen wird. Dort ist eine Reinigung des Schmutzwassers über die allgemeinen Anforderungen hinaus erforderlich. Beispiele für die Optimierungsmöglichkeiten von Kläranlagen und deren Effekte sind in den „Empfehlungen zum integrierten Seenschutz“ (1998) zusammengestellt. Die Kosten für Maßnahmen an Kläranlagen bezogen auf den erreichten Stoffrückhalt sind in der Regel niedriger als bei flächenhaften Maßnahmen. So würden z.B. im Einzugsgebiet des Bordesholmer Sees bei der Nachrüstung einer Teichkläranlage mit einer Phosphorfällung Investitionskosten von ca. 1.000 € pro kg Phosphor einmalig anfallen. Im Einzugsgebiet des Hemmeldorfer Sees würden für den Anschluss von Hauskläranlagen an die zentrale Abwasserreinigung einmalig Investitionskosten von knapp 4.000 € pro kg Phosphor anfallen. Aufgrund der Förderrichtlinien des Landes ist allerdings eine Doppelförderung abwassertechnischer Maßnahmen ausgeschlossen. Da fast alle Kläranlagen in Schleswig-Holstein bereits ausgebaut und durch das Land gefördert wurden, ist eine erneute Förderung nur dann möglich, wenn die Reinigungsleistung der Kläranlage entsprechend über den Stand der Technik hinaus gesteigert werden soll.

Durch die Einleitung von **Regenwasser von versiegelten Flächen** sind vor allem Seen in stärker besiedelten Gebieten betroffen wie z.B. der Schöhsee, der Große Segeberger See oder der Große Pönitzer See. Zur Reduzierung der Belastung ist auch hier an der Quelle anzusetzen. Gering verschmutztes Regenwasser sollte möglichst in der Fläche versickert werden. Dazu ist die weitere Versiegelung der Flächen zu vermeiden und bereits befestigte Flächen sollten wo möglich entsiegelt werden. Bei Einleitungen sowohl von gering als auch von normal verschmutztem Regenwasser im Einzugsgebiet von Seen kann eine Behandlung

im Regenklärbecken die Stoffeinträge reduzieren. Für eine noch weitere Verringerung des Ammoniums und Phosphors sind nachgeschaltete Bodenfilter oder Pflanzenbeete als denkbar.

Die Aufklärung von Personenkreisen wie Seeanliegern oder Anglern über den Beitrag **sonstiger Stoffeinträge**, z.B. der seenahen Kompostierung und Düngung oder des An- und Zufütterns von Fischen, für den Stoffhaushalt eines Sees mit dem Ziel, diese Einträge zu minimieren, sollte bei Bedarf Teil von Sanierungsmaßnahmen sein.

Auch Stoffeinträge durch ein Massenvorkommen von Wasservögeln ist ggfs. in die Betrachtung des Stoffhaushaltes aufzunehmen.

3.1.3 Früher höhere Belastung - Restaurierungsmaßnahmen

Technische Maßnahmen **in einem See** zur Stabilisierung oder Regeneration des Stoffhaushaltes wie Tiefenwasserableitung, P-Fällung, Biomanipulation, Entschlammung etc. sind höchstens in Einzelfällen und erst nach einer weitgehenden Sanierung des Einzugsgebietes und einer ausreichenden Reaktionszeit des Gewässers zu erwägen. Daher sind die genannten Restaurierungsmaßnahmen als Hilfe zur Selbstheilung der Natur zu verstehen. Sie sind verhältnismäßig teuer und stellen immer einen Eingriff in das Ökosystem dar.

Eine **Biomanipulation**, d.h. die gezielte Entnahme großer Mengen zooplanktonfressender Fische (z.B. Weißfische), kann sinnvoll sein, sofern sich in den Voruntersuchungen herausstellt, dass durch den Fraßdruck der Fische das Zooplanktonⁱ so dezimiert wird, dass es das Wachstum der Mikroalgen nicht begrenzen kann. Eine solche Abfischung muss in der Regel wiederholt durchgeführt werden. Eine finanzielle Förderung setzt eine Bewertung des bisherigen und ggfs. Anpassung des künftigen Fischerei-Management voraus. Es kann z. B. erforderlich werden, dass längerfristig dem See keine "Raubfische" entnommen werden dürfen. Um die Akzeptanz derartiger Auflagen, die die anglerische Attraktivität des Gewässers und damit den Absatz von Erlaubnisscheinen beeinträchtigen können, zu fördern, ist die Aufklärung und Einbindung der Betroffenen wichtig. Des Weiteren ist ein Konzept zur Seenregeneration bzw. zum Seenmanagement zur langfristigen Stabilisierung der gewünschten Veränderung notwendig.

Voraussetzungen, unter denen eine Biomanipulation Erfolg versprechend sein kann, sind:

- Nährstoffreicher planktondominierter Flachsee mit einer internen Phosphorkonzentration von höchstens 0,1 mg/l P,
- Unterschreiten der externen Phosphorgrenzbelastung: 0,6 – 2,0 g P pro m² Seefläche und Jahr (Flachseen) bzw. 0,5 g P pro m² und Jahr bei geschichteten Seen,
- „ausreichende“ Entnahme der zooplanktonfressenden Massenfische (auf < 50 kg/ha) bzw. bodentierfressenden Massenfische (auf < 25 kg/ha) bei gleichzeitiger Förderung der „Raubfische“.

Biomanipulation mit dem Ziel der Etablierung einer stabilen Dominanz der Unterwasservegetation hat grundsätzlich nur bei relativ flachen Seen Aussicht auf Erfolg.

Kostenbeispiele:

Schierensee: 2.500 €, einmalige Entnahme von 4 t Brassen, 1 t Plötze entsprechend 40 kgP,
Mözener See: 2500 €, einmalige Entnahme von 20 t Brassen entsprechend 168 kg P.

3.2 Veränderung des Chemismus

In sandigen Gebieten kann im Einzelfall wie z.B. dem Großensee bei Hamburg die Anreicherung von Kalk vor allem die Wasservegetation im See entscheidend verändern. Da in einer landwirtschaftlich geprägten Landschaft die Kalkarmut eines Sees nicht wieder hergestellt werden kann, ohne großflächig die Landbewirtschaftung aufzugeben, sind hier geringere Umweltziele zu definieren bzw. die Umweltziele vergleichbarer kalkreicher Seen anzustreben.

Die Veränderung des Salzgehaltes in Strandseen, deren Wasseraustausch mit der Ostsee durch Bauwerke verringert wurde, beeinträchtigt die Lebensgemeinschaften dieser ursprünglich mehr oder weniger brackigen Gewässer. Hier ist im Rahmen der Regeneration der Seen der Wasseraustausch aus der Ostsee in Richtung der Strandseen durch Optimierung des Stauanlagenbetriebes zu maximieren unter Berücksichtigung der berechtigten Interessen der Seeanlieger.

3.3 Fehlende Wandermöglichkeiten

Bestimmte Fische (z.B. Aale) sind in fast allen Seen durch Wanderhindernisse in den Zu- oder Abläufen beeinträchtigt. Insbesondere in "Fluss-Seen-Systemen" wie dem der Schwentine ist die Durchgängigkeit von entscheidender Bedeutung, da Fische sowohl saisonal zwischen Fließgewässerstrecken und Seen wechseln (z. B. Quappen, Stinte u. a.), aufgrund ihrer Mobilität größere zusammenhängende Räume (mehrere Seen) nutzen (viele Weißfischarten, Hechte u. a.) und die Seen oftmals "Transitstrecken" für anadrome Wanderfische

auf dem Weg zu ihren Laichplätzen sind (Flussneunaugen, Meerforellen). Damit sind verbauete Seeausläufe oft auch indirekt für die Artenarmut hinsichtlich der Fische in oberhalb liegenden Fließstrecken verantwortlich.

Die Möglichkeiten der Wiederherstellung der Durchgängigkeit in den Fließgewässern z.B. durch Ersatz von Wehren durch Sohlgleiten sind in den „Hinweisen zur Regeneration von Fließgewässern“ dargestellt.

3.4 Veränderungen der Ufer

Veränderungen der Ufer durch Nutzungen oder infolge Röhrichtrückgangs (letzterer wird meist durch ein Geflecht von Faktoren begünstigt) müssen an den betroffenen Seen wie dem Großen Segeberger See oder dem Großen Plöner See und anderen Schwentine-Seen bei der Erstellung von Regenerationskonzepten berücksichtigt werden.



Benötigt werden umfassende Konzepte unter Berücksichtigung der spezifischen Ursachen (Eutrophierung, Freizeitnutzung, Gänsefraß etc.), sofern bekannt. Die Durchführung von Pilotprojekten an einzelnen Seen wie dem Großen Plöner See (JENSEN 2004ff) können neue Erkenntnisse über die Ursachen und Möglichkeiten zur Regeneration bringen. Daneben kann auch das Einrichten praxisorientierter Versuchsstrecken und die Erfahrungen der Anlieger mit den Veränderungen der Ufervegetation in den vergangenen Jahren berücksichtigen, weiterhelfen.

3.5 Veränderungen der Seewasserstandsschwankungen

Der Schwankungsbereich des Seewasserstandes ist an fast allen Seen durch Wasserstandsabsenkungen und/oder Stauhaltungen verändert. Gravierend sind diese Veränderungen jedoch vor allem an einzelnen Seen wie z.B. dem Schaalsee. Bei diesen Seen sollte die Optimierung des Seewasserstandsmanagements in Richtung naturnäherer Verhältnisse Teil eines Sanierungskonzeptes sein.

ⁱ Schwebetiere wie Wasserflöhe, Ruderfußkrebse oder Rädertiere

4. Förderung von Maßnahmen zur Regeneration von Seen

Die Förderung der Bereitstellung von Flächen durch

- Vertragliche Vereinbarung zur dauerhaften Nutzungsaufgabe,
- Vertragliche Regelung der dauerhaften Nutzungsänderung (Extensivierung),
- Grunderwerb

ist auf der Grundlage der Richtlinie für die Förderung von Maßnahmen zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern und Seen sowie zur Wiedervernässung von Niedermooren ((ABl. Nr. 37 vom 05.09.2005 S. 806,) möglich, die sich zur Zustimmung beim Finanzministerium befindet. Nach Ziffer 2.2.8, Grunderwerb und Flächenbereitstellung, sind die Kosten für den Erwerb oder die Flächenbereitstellung, soweit dies der Schaffung natürlicher oder naturnaher Verhältnisse im oder am Gewässer dient, förderungsfähig. Außerdem ist der Erwerb oder die Bereitstellung von Grundstücken im Uferbereich von Seen förderungsfähig, wenn durch die Entwicklung oder Vernässung dieser Flächen der Stoffaustrag wesentlich verringert wird. Gefördert wird mit einem Fördersatz von 90 v. H.. Wenn die Maßnahmenträger bei der Regeneration von Seen keine Vorteile haben, kann mit Zustimmung des Ministeriums mit einem Fördersatz von 100 v. H gefördert werden.

Die **Anlage von linienhaften oder kleinflächigen Elementen**, die dem Stoffrückhalt in der Fläche dienen können, werden entsprechend Ziffer 2.2.4, Pflanzen und die danach erforderliche Pflege von Gehölzen und naturnahe Gestaltung eines Gewässers, als so genannte punktuelle bauliche Maßnahmen gefördert werden. Der Fördersatz beträgt bis zu 60 v. H. soweit sie im Rahmen eines Grobkonzeptes durchgeführt werden bis zu 90 v. H..

Die Anlage von **Regenklärbecken mit nachgeschaltetem Bodenfilter** kann, sofern Immissionsbetrachtungen ergeben, dass Niederschlagswasser von befestigten Flächen einen wesentlichen Beitrag in einen See verursacht, durch Verrechnung der Abwasserabgabe entsprechend § 10 Abs. 3 Abwasserabgabegesetz gefördert werden. Dies ist in der Praxis jedoch nur theoretisch umsetzbar, da der Niederschlagswasseranteil nur 12 v. H. der angeschlossenen EW beträgt und außerdem der Verrechnungszeitraum auf 3 Jahre begrenzt ist. Die vermehrte Versickerung von Regenwasser in der Fläche muss über entsprechende Regelungen der abwasserbeseitigungspflichtigen Gemeinden umgesetzt werden. Vorteile ergeben sich dabei auch für die Gemeinden durch Entlastung der Regenwasserkanalisation.

Technische Maßnahmen an einem Zulauf oder im See wie Phosphorentzug, Sedimentbehandlung oder Biomanipulation können nach der Richtlinie für die Verwendung des Aufkommens aus der Abwasserabgabe für Maßnahmen zur Verbesserung oder Erhaltung der Gewässergüte nach § 13 des Abwasserabgabegesetzes vom 14.02.1990 gefördert werden. Nach Ziffer 4.1 können – **nach Einzelfallprüfung** – z. B. Maßnahmen der Sauerstoffstoffan-

reicherung, der Schlammabgaberung oder der Nährstofffixierung und andere Maßnahmen dazu zählen. Die Förderung beträgt bis zu 60 v. H., in Ausnahmefällen bis zu 80 v.H..

Die **Reinigung von Abwasser über die allgemeinen Anforderungen hinaus** kann, sofern Immissionsbetrachtungen ergeben, dass Kläranlagen einen wesentlichen Nährstoffeintrag in einen See verursachen, nach o. g. Richtlinie unter den gleichen Voraussetzungen gefördert werden. Die Höchstsätze der Förderung betragen 25 v. H., im Gültigkeitsbereich der Abwasserbeseitigungspläne Alster und Trave oder in ähnlich gelagerten Fällen 30. v. H.. Es besteht weiter die Möglichkeit der Aufrechnung mit den Abgaben nach dem Abwasserabgabegesetz. Die aufgerechneten Anteile werden vom Zuschuss abgesetzt.

5. Erstellung und Umsetzung von Sanierungskonzepten

Für jeden See ist in Abhängigkeit von seiner Belastungssituation, seinen Belastungsquellen und seinem Entwicklungsziel eine individuelle Vorplanung zu erarbeiten. Folgendes Vorgehen wird vorgeschlagen (siehe auch Abbildung 2):

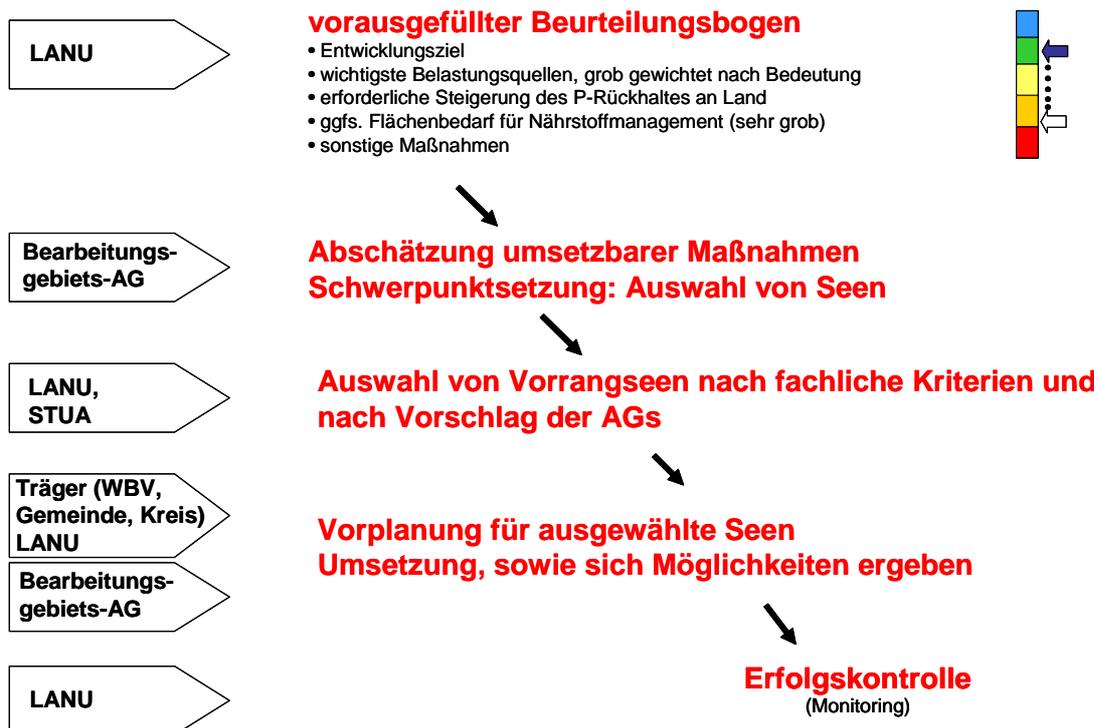


Abb. 2: Vorschlag zur Vorgehensweise bei der Erstellung und Umsetzung von See-sanierungskonzepten

Das LANU hat den AGs vorausgefüllte Beurteilungsbögen für alle größeren Seen zugeleitet. Diese haben die Umsetzbarkeit der erforderlichen Maßnahmen und das Interesse vor Ort grob abgeschätzt. Auf dieser Grundlage wurden Vorrangseen ausgewählt (siehe Kap. 6), für die 2008 und in den Folgejahren eine flächenscharfe Vorplanung erarbeitet werden soll. Die

Vorplanung wird von einem örtlichen Träger (WBV, BGV, Gemeinde, Kreis o.ä.) mit maßgeblicher Unterstützung durch das LANU und unter Beteiligung aller betroffenen TÖBs und Interessenverbände aufgestellt. Als Beispiele hierfür können die vorliegenden Sanierungskonzepte für den Wittensee, den Hemmelsdorfer See und den Klüthsee dienen. Die Durchführung und Abstimmung der Maßnahmenplanung sollte in der Verantwortung des künftigen **Maßnahmenträgers** (WBV, BGV, Gemeinde, Kreis) liegen. Stehen solche Träger noch nicht zur Verfügung, kann die Planung auch durch andere Interessenverbände (z.B. Bürgerinitiative am Bordesholmer See) aufgestellt werden.

6. Auswahl von Seen

Das LANU hat eine Liste mit Vorrangseen zusammengestellt (siehe auch „Hinweise zur Ermittlung von Vorranggewässern“). Die Auswahl und Priorisierung der Seen erfolgte nach dem Rücklauf aus den Bearbeitungsgebiets-AGs zum einen nach fachlichen Gesichtspunkten (siehe auch „Empfehlungen zum integrierten Seenschutz“ 1999) wie Seetiefe, Größe des Einzugsgebietes und Ausmaß der Degradation. Hieraus ergeben sich die Fähigkeit eines Sees, sich kurzfristig zu erholen, und die Größenordnung des Sanierungsumfanges. Weiteres Kriterium für die Auswahl eines Sees für eine Seenregeneration zur Umsetzung der WRRL war auch das Interesse vor Ort, das allerdings in der Regel durch eine stärkere Degradation der Seen, Badeverbote o. Ä. bedingt ist, bzw. die zu erwartende Umsetzbarkeit der erforderlichen Maßnahmen.

7. Ansprechpartner

Gudrun Plambeck, LANU, Dez. Seen
Elisabeth Wesseler, LANU, Dez. Seen
Mitarbeiter des MLUR/LKN

8. Literatur

AG Wittensee (2002): Handlungskonzept zur Regeneration des Wittensees.- 21 S., unveröff.

Arbeitskreis Hemmelsdorfer See (1998): Der Hemmelsdorfer See – Ein Handlungskonzept zur Sanierung des Sees. 21 S., unveröff.

Arbeitskreis Klüthsee (2000): Der Klüthsee. Ein Handlungskonzept zum Schutz des Sees.- 20 S., unveröff.

BRACH, H., ARLINGHAUS, R., DÖRNER, H., KASPRZAK, P., KOSCHEL, R., SCHULZE, T., WYSUJACK, K. & T. MEHNER (2002): How to link biomanipulation and sustainable fisheries management – possibilities and constraints based on whole-lake experiments in Germany.- Symposium on Inland Fisheries Management and the Aquatic Environment. Windermere, UK, 12 – 15 June 2002

BUCHHOLTZ, JÜRGEN (2005): Geowissenschaftliche Kartierung von Seeuferstreifen. Endbericht im Auftrag des LANU S-H, unveröffentlicht

FREDE; H.-G. & DABBERT, S. (Hrsg.) (1998): Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft.- ecomed Verlagsgesellschaft Landsberg, 451 S.

JENSEN, K. (2004): Renaturierung degradiertes Uferabschnitte an Seen der Holsteinischen Schweiz.- Förderantrag an die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 61 S.

KASTELL; Silvia (1994): Zur Relevanz der geographischen Dimension und des landschafts-ökologischen Ansatzes bei der Kartierung der on-site- und off-site-Erscheinungen und – Wirkungen der Bodenerosion durch Wasser.- Dissertation Universität Rostock., FB Landeskultur und Umweltschutz

LANU (1995 – 2005): Berichte zum Seenkurzprogramm und einzelnen Seen.- Berichtsreihe B (30 – 53)

LANU (1999): Empfehlungen zum integrierten Seenschutz.- 40 S., Broschüre