



Schleswig-Holstein
Ministerium für Energiewende,
Landwirtschaft, Umwelt, Natur
und Digitalisierung

Erläuterungen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
in Schleswig-Holstein

Regeneration von Seen

Stand: Dezember 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Definitionen	2
3	Übersicht über Belastungen, ihre Wirkungen und mögliche Maßnahmen.....	2
3.1	Nährstoffbelastung - Eutrophierung	3
3.2	Hydromorphologische Änderungen	5
3.3	Historische Belastung - Restaurierungsmaßnahmen	6
4	Förderung von Maßnahmen zur Regeneration von Seen.....	4
5	Erstellung und Umsetzung von Sanierungskonzepten	5
6	Auswahl von Seen.....	5
7	AnsprechpartnerInnen.....	6
8	Literatur	7

Weitere Informationen zu den **Seen** und **Wasserkörpersteckbriefen** siehe:

www.schleswig-holstein.de/seen

www.schleswig-holstein.de/wanis

1 Einleitung

Die überwiegende Zahl der größeren schleswig-holsteinischen Seen erreicht zzt. nicht den guten ökologischen Zustand gemäß EG-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 EG-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 Erläuterungen zur „Regeneration von Seen“ sollen die Arbeitsgruppen in den Bearbeitungsgebieten bei der Bewirtschaftungsplanung unterstützen. Darüber hinaus richten sie sich auch an die interessierte Öffentlichkeit als Hintergrundpapier zur Erläuterung der Vorgehensweise Schleswig-Holsteins und sollen für den Compliance-Check der EU-Kommission dienen. Insbesondere unterstützen sie dabei

- 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, 2014 und 2021 aktualisiert.

In der Vergangenheit wurden bereits

- „Empfehlungen zum integrierten Seenschutz“ (1999),
- Sanierungskonzepte für mehrere Seen des Landes (z.B. Hemmelsdorfer See, Klüthsee, Schaalsee, Ratzeburger Seen) sowie
- Empfehlungen zur Entlastung für zahlreiche Seen (siehe Berichte des LANU Reihe B)

erarbeitet. Die Erläuterungen zur „Regeneration von Seen“ sollen neben den Möglichkeiten einer Sanierung auch das Vorgehen bei der Umsetzung von Maßnahmen darstellen und klären, wer Träger von Maßnahmen werden kann (Kapitel 5).

2 Definitionen

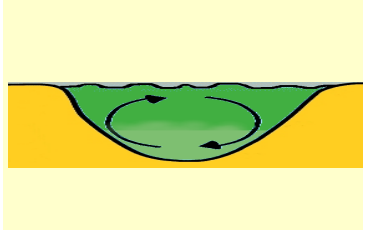

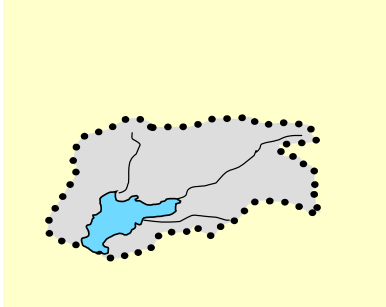
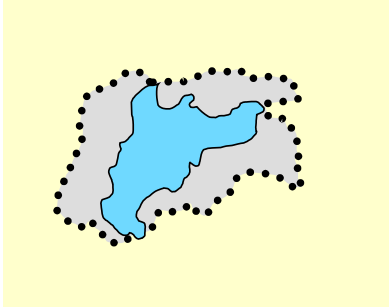
Als **Leitbild** dient der dem jeweiligen Seetyp entsprechende **Referenzzustand**. Er stellt einen aktuellen oder früheren Zustand dar, der durch sehr geringe Belastungen gekennzeichnet ist - ohne die Auswirkung bedeutender Industrialisierung, Urbanisierung und Intensivierung der Landwirtschaft - mit nur sehr geringfügigen Veränderungen der physikalisch-chemischen, hydromorphologischen und biologischen Bedingungen im See. Wenn – wie in Schleswig-Holstein - keine Referenzgewässer mehr vorhanden sind, werden die besten Gewässer für den Typ ermittelt, die – zumindest für einzelne biologische Qualitätskomponenten – der Bewertungsstufe „gut“ oder besser entsprechen. (Tabelle 1).

Ein Beispiel für einen See des Typs 13 (kalkreicher geschichteter Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet), der diesem Leitbild nahekommt, ist der im Kreis Plön gelegene Suhrer See.



Abbildung 1: Suhrer See

Tabelle 1: Steckbrief-Auszug für den Referenzzustand von zwei in Schleswig-Holstein häufigen Seetypen (https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/13_steckbrief_seetyp_13.pdf, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/11_steckbrief_seetyp_11.pdf)

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 Armelechteralgen-Gesellschaften (<i>Charion asperae</i>) 	<p>Unterwasservegetation der</p> <ul style="list-style-type: none"> • Graslackkraut-Gesellschaften (<i>Potamion graminei</i>) und verschiedener • Armelechteralgen-Gesellschaften (<i>Charetea fragilis</i>)
<p>Trophiestufe: meso- bis schwach eutroph nach RIEDMÜLLER et al. (2013)</p>	<p>Trophiestufe oligo- bis mesotroph nach RIEDMÜLLER et al. (2013)</p>
<p>Phosphorkonzentration: Frühjahr: < 0,032/<0,035 [mg/l P] Saisonmittel: < 0,035 [mg/l P]</p>	<p>Phosphorkonzentration: Frühjahr: < 0,017 [mg/l P] Saisonmittel: < 0,022 [mg/l P]</p>
<p>Arenholzer See, Passader See, Bistensee, Postsee, Bordesholmer See, Sankelmarker See, Bornhöveder See, Schmalensee, Bothkamper See, Seedorfer See, Brahmsee, Sibbersdorfer See, Drüsensee, Stendorfer See, Großer Eutiner See, Südensee, Langsee Süderfahrenst, Süseler See, Lanker See, Wardersee SE, Mözener See, Wardersee RD, Neversdorfer See, Westensee</p>	<p>Behlendorfer See, Großer Plöner See, Großer Pönitzer See, Schaalsee-Nordwestteil, Schluensee, Schöhsee, Selenter See, Stocksee, Suhrer See, Trammer See, Wittensee</p>

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

- Die potenziell natürliche Besiedlung eines Sees mit Phytoplankton (Mikroalgen), Unterwasservegetation, Fischen und Wirbellosen des Seegrundes,
- 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.

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 sind 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 zum Ende des jeweiligen Bewirtschaftungszeitraumes abgeschlossen werden kann.

Zur Veranschaulichung der Entwicklungsziele für die verschiedenen Seetypen können andere Seen herangezogen werden, die einen besseren ökologischen Zustand aufweisen, z.B. für den Typ 11 (flache Seen mit großem Einzugsgebiet) der Westensee oder für den Typ 13 (tiefe Seen mit großem Einzugsgebiet) Selenter See oder Suhrer See. 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 Beispiele zur Minderung von Stoffeinträgen sind 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. Biomaniplulation, Uferzonenmangement oder Tiefenwasserbehandlung.

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

3 Übersicht über Belastungen, ihre Wirkungen und mögliche Maßnahmen

Aufgrund ihrer verschiedenen 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 Zustandes müssen die Belastungen im Vergleich mit dem individuellen typabhängigen Entwicklungsziel beschrieben werden. In Tabelle 2 ist eine

Übersicht der wichtigsten Belastungen, ihrer Wirkung auf die Seeökosysteme und möglicher Maßnahmen zusammengestellt, die Diktion folgt dem DPSIR Bewirtschaftungsansatz der Wasserrahmenrichtlinie:

Tabelle 2: Belastungen (Pressures), ihre Wirkungen (Impacts) auf Tiere und Pflanzen in Seen und mögliche Maßnahmen (Response)

Belastung (Pressure)	Wirkung (Impact)	Mögliche Maßnahmen (Auswahl)
Punktquelle – kommunales Abwasser	Eutrophierung	Verbesserung der Abwasserreinigung, insbes. Nachschaltung einer P-Fällung, Abwasserminimierung
Diffuse Quellen – Versiegelte Flächen	Eutrophierung	Anlage von Regenklärbecken mit nachgeschaltetem bewachsenen Bodenfilter
Diffuse Quellen – Landwirtschaft	Eutrophierung	Änderung/Optimierung der Flächennutzung zwecks Erhöhung des Stoffrückhaltes Technische Maßnahmen am Zulauf zwecks Erhöhung des Stoffrückhaltes
Hydromorphologische Änderung	Veränderte Habitate durch morphologische Veränderungen	Maximierung des Wasseraustausches Ostsee/See bzw. Optimierung der Sielsteuerung
		Herstellung der Durchgängigkeit
Eingeführte Spezies und Krankheiten	Verdrängung natürlich vorkommender Arten durch Neobiota	Keine effektive Maßnahme bekannt
Nutzung/Entfernung von (natürlich vorkommenden) Tieren/Pflanzen	Zerstörung von Ufer-Lebensräumen durch nicht angepassten Fischbesatz / Freizeitaktivitäten	Hege nach fischereilichem Hegeplan, ggfs. Reduzierung des Bestandes an Weißfischen oder bodenwühlenden Fischarten Lenkung, Umweltpädagogik, Aufklärung
Anthropogene Belastungen – Historische Belastungen	Eutrophierung	Ggfs. Restaurierungsmaßnahmen im See (z.B. Biomanipulation, techn. Maßnahmen) zwecks Beschleunigung der Erholung

3.1 Nährstoffbelastung - Eutrophierung

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 Abwasserreinigung und auf Flächen mit hohen Stoffverlusten ergriffen werden.

Die für die Regeneration erforderliche Steigerung des Nährstoffrückhaltes an Land wird vom LLUR für jeden See individuell abgeschätzt.

3.1.1 Punktuelle Einträge aus gereinigtem Schmutzwasser

Die Bedeutung des Schmutzwassers als Nährstoffquelle für die schleswig-holsteinischen Seen ist stark zurückgegangen, da die Abwasserbeseitigung in den letzten 30 bis 40 Jahren deutlich verbessert wurde. Trotzdem gibt es noch immer 11 größere Seen wie zum Beispiel den Dobersdorfer See, den Hemmelsdorfer See oder den Wardersee Krems II, in die durch gereinigtes Abwasser Nährstoffe in relevanten Mengen eingetragen werden.

Um die Einträge in die betroffenen Seen zu reduzieren und dadurch langfristig die Phosphorkonzentration in den Seen zu verringern, sind an allen öffentlichen Kläranlagen im Einzugsgebiet dieser Seen Maßnahmen zur Reduzierung des Phosphoreintrages vorzunehmen.

Für diesen Zweck wurden vom Land Schleswig-Holstein Fördermittel beantragt, um die Träger der Abwasserbeseitigungspflicht bei der Umsetzung und Finanzierung der entsprechenden Maßnahmen zu unterstützen. Ziel der hierfür im November 2021 veröffentlichten „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Abwasserbehandlung in Schleswig-Holstein“ ist es, die Bewirtschaftungsziele nach § 27 WHG zu erreichen und die Belastungen durch Abwassereinleitungen zu reduzieren. Somit können Maßnahmen zur Nährstoffelimination an kommunalen Kläranlagen gefördert werden, deren Abwassereinleitungen, trotz Einhaltung der wasserrechtlichen Emissionsanforderungen für die Einleitungen, das Gewässer in der Weise beeinflussen, dass die Bewirtschaftungsziele nicht erreicht werden können.

Die Investitionskosten für den Einbau einer Phosphatelimination können nach § 10 Abwasserabgabengesetz mit der gezahlten Abwasserabgabe der vorangegangenen drei Jahre verrechnet werden, wenn die Nachrüstung zu einer 20 %igen Reduzierung der Nährstofffracht führt. Für die Inanspruchnahme der Förderung ist die Verrechnung mit der Abwasserabgabe erforderlich. Neben der möglichen Verrechnung mit der Abwasserabgabe verringert sich durch das Herabsetzen des Überwachungswertes für Phosphor aus der Erlaubnis auch die zukünftige jährliche Abwasserabgabe.

3.1.2 Diffuse Einträge von versiegelten Flächen

Durch die Einleitung von **Regenwasser von versiegelten Flächen** sind vor allem Seen in stärker besiedelten Gebieten betroffen wie z.B. der Große Eutiner See, der Große Segeberger See oder das Windebyer Noor.

Mit dem von versiegelten Flächen abfließenden Niederschlagswasser werden die flächenspezifischen Verunreinigungen mit abgeleitet. Gering verschmutztes Regenwasser sollte möglichst über den bewachsenen Oberboden versickert werden. Um einen Großteil der im Niederschlagswasser enthaltenen partikulär gebundenen Schadstoffe zu reduzieren, ist es notwendig, den AFS63 (Abfiltrierbare Stoffe mit Korngrößen zwischen 0,45 und 63 µm) vor Einleitung zu reduzieren. Da Phosphor nicht nur partikulär gebunden vorkommt, sondern auch ebenso wie Ammonium gelöst, ist die Behandlung des Niederschlagswassers mittels eines Retentionsbodenfilters die beste Möglichkeit der Schad- und Nährstoffreduzierung. Stark verschmutztes Niederschlagswasser ist der kommunalen Kläranlage zuzuführen. Mit dem Erlass des MELUND vom 10.10.2019 sind die „Wasserrechtlichen Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser in Neubaugebieten in Schleswig-Holstein – Teil 1: Mengenbewirtschaftung“ eingeführt worden. Gerade im Einzugsgebieten von Seen sollten weitere Flächenversiegelungen weitestgehend vermieden werden und bereits befestigte Flächen sollten wo

möglich, entsiegelt werden. Ist dieses nicht möglich, ist darauf zu achten, dass die Schädigung des Wasserhaushaltes durch Bebauung so gering wie möglich gehalten wird. Angestrebt werden sollte hier der Fall 1 des Erlasses.

3.1.3 Diffuse Einträge von landwirtschaftlichen Flächen

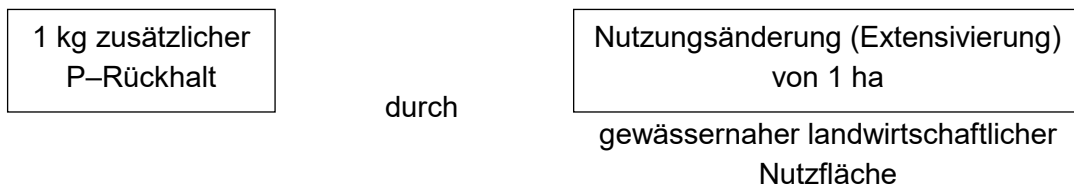
3.1.3.1 Änderung bzw. Optimierung der Flächennutzung zwecks Erhöhung des Stoffrückhaltes

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 bzw. ihre Nutzung entsprechend zu optimieren, 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 2 sind u.a. Räume zusammengestellt, aus denen entweder hohe Stoffeinträge erfolgen oder auf denen Stoffausträge aus angrenzenden Flächen zurückgehalten werden können. Bei konkreten Seesanisierungs-Projekten können die besonders relevanten Flächen im Einzugsgebiet der Seen im Rahmen von Vorplanungen oder Machbarkeitsstudien ermittelt werden.

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
 - Uferrandstreifen
- 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 Erläuterungen zu „Flächenbedarf und Umgang mit Flächen bei der Entwicklung von Fließgewässern und Seen“ auf der Homepage www.wrrl.schleswig-holstein.de 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.

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.

Abbildung 2: Flächen an Binnengewässern in Schleswig-Holstein mit besonderer Bedeutung für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie

3.1.3.2 Landwirtschaftliche Gewässerschutzberatung in Seeinzugsgebieten

Mit der Einführung der Landesdüngeverordnung (LDüV) in 2018 wurde eine Phosphat (P)-Kulisse gemäß den damaligen Vorgaben nach § 13 der Düngeverordnung 2017 ermittelt. In diesem Zusammenhang sowie zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie wird seit 2019 in Schleswig-Holstein den Landwirtinnen und Landwirten in der P-Kulisse, in drei Beratungsgebieten (BG 07, BG 08 und BG 09) eine landwirtschaftliche Beratung, analog der bisher bestehenden ELER-Maßnahme „Gewässerschutzberatung für die Landwirtschaft“ (BG 01 – BG 06) angeboten. Die Schwerpunkte der Beratungsinhalte wurden dabei inhaltlich stärker auf die Reduzierung von P-Einträgen in die Umwelt fokussiert.

Mit der Novellierung der Düngeverordnung (DüV) und LDüV 2020 wurde auf die erneute Ausweisung einer P-Kulisse verzichtet. Stattdessen setzt das Land auf die Einführung landesweiter Maßnahmen nach § 13 a Abs. 5 DüV, da die P-Versorgung der landwirtschaftlich genutzten Böden und auch die P-Belastung der Oberflächengewässer in weiten Teilen des Landes zu hoch ist.

Um die Beratung auf P-belastete Bereiche auszuweiten und um eine Überschneidung mit den bestehenden Beratungsgebieten (BG 01 bis BG 09) zu vermeiden, wurden in 2021 fünf weitere Beratungsgebiete ausgewiesen (s. Abbildung 3). Die fünf neuen Beratungsgebiete BG 10 bis BG 14 liegen in mit P belasteten Gebieten, vor allem in den Einzugsgebieten entsprechender Fließgewässer und Seen, und umfassen insgesamt ca. 426.320 ha landwirtschaftliche Nutzfläche.

Die fünf neuen Beratungsgebiete decken damit die bisher noch nicht beratenen Landesteile ab. Sie befinden sich im Westen vor allem in den Niederungen der Westküste sowie der Elbmarschen. In der Flussgebietseinheit (FGE) Schlei Trave kommen die küstennahen Teile der jeweiligen Einzugsgebiete hinzu. Zusammen mit den beiden bestehenden Beratungsangeboten wird mit diesen neuen Gebieten das Thema Düngung im allgemeinen und Phosphor im speziellen nun landesweit beraten. Dies ist notwendig, weil an mehr als zwei Drittel der Fließgewässerkörper die Orientierungswerte für Gesamt-Phosphor und an mehr als einem Drittel die Orientierungswerte für ortho-Phosphat nach Oberflächengewässerverordnung (OGewV) 2016 nicht eingehalten werden. Bei den Seen wird an 73 % der Seewasserkörper der Orientierungswert für Gesamt-Phosphor nicht eingehalten. Weiterhin ist an 90 % der Fließgewässerkörper und an 82 % der Seewasserkörper der landwirtschaftlich bedingte Phosphoreintrag größer als 20 %, womit nach AVV Gebietsausweisung (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten) 2021 eine erhebliche Belastung erwiesen ist.

Die Gewässerschutzberatung ist nicht primär auf die Einhaltung einzelner Vorschriften und Regelungen der DüV sowie der LDüV ausgerichtet, sondern zielt übergreifend auf die Verbesserung des Gewässerschutzes durch eine umfassende Beratung mit dem Schwerpunkt auf die Reduzierung der N- und P-Einträge in die Gewässer ab. Die fachlichen Inhalte gehen dabei immer über das Mindestmaß der rechtlichen Anforderungen und Vorgaben hinaus.

Die Beraterinnen und Berater können aus einem Pool von einzelnen Beratungsmodulen aus drei Modulgruppen wählen. Neben den einzelbetrieblichen Beratungsmodulen gibt es Module der themenspezifischen Beratung sowie Module für Gruppenberatungen.

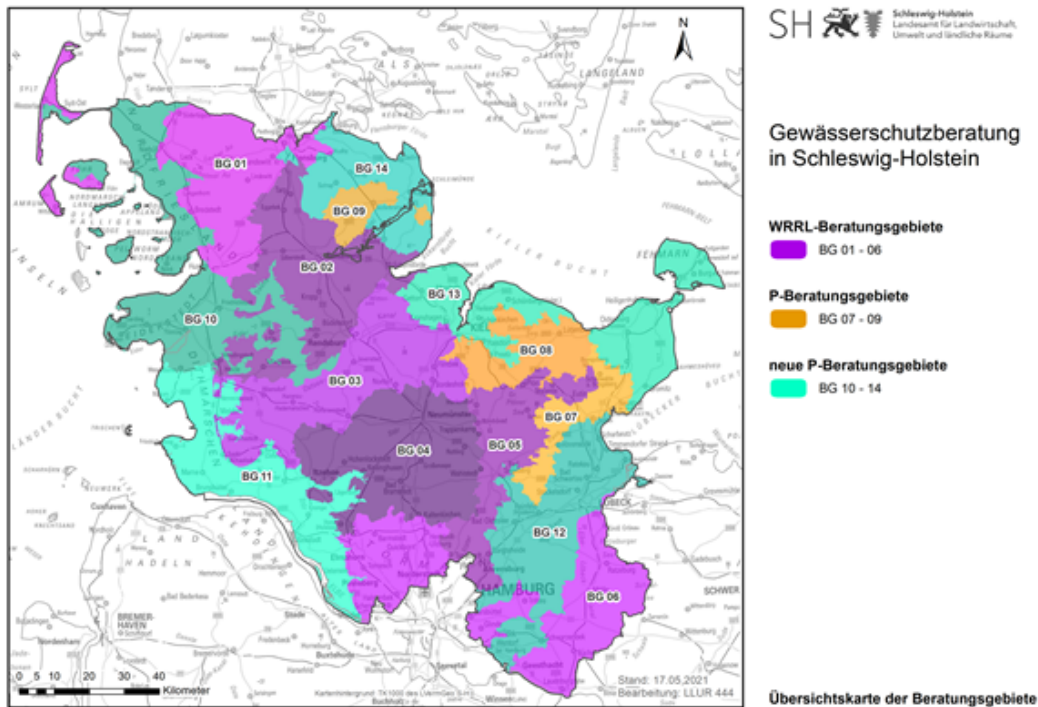


Abbildung 3: Übersichtskarte über die drei Gebietskulissen

Innerhalb der Maßnahme „Gewässerschutz für die Landwirtschaft“ spielen die Module zur Seenschutzberatung eine große Rolle. Im Rahmen der Beratung setzen sich die landwirtschaftlichen Betriebe intensiv mit ihrer betrieblichen Erosionssituation auseinander, es wird u.a. die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG) auf Einzelschlagebene berechnet, es werden Analysen der P-Versorgung der Böden genommen und die Anlage von Gewässerrandstreifen wird besprochen. Weiterhin werden innerhalb von Bodenschutzseminaren Grundsätze und Inhalte der Themen Bodenkunde, Bodenschutz, Bodenerosion, Bodenfruchtbarkeit, Bodenverdichtung und Bodenstabilität erläutert und anhand von Praxisbeispielen diskutiert.

Die Teilnahme an der Gewässerschutzberatung ist für die landwirtschaftlichen Betriebe in Schleswig-Holstein kostenfrei und freiwillig. Die Intensität der Beratung ist ebenfalls frei wählbar; von einem ersten Einführungsgespräch über die Ziele der Gewässerschutzberatung bis hin zur vertiefenden, intensiven, Fachberatung inklusive Durchführung von zahlreichen Analysen und Erstellung der Nährstoffbilanzen.

Neben dem Angebot der landwirtschaftlichen Beratung sollen folgende **Vereinbarungen bzw. gesetzliche Regelungen** die Verringerung der diffusen Nährstoffeinträge aus der Landbewirtschaftung über Auswaschung, Abschwemmung und Erosion in die Gewässer unterstützen:

Durch das **Dauergrünland-Umbruchverbot** wird verhindert, dass Dauergrünland auf Moor- und Anmoorböden, Flächen mit hoher oder sehr hoher Wassererosionsgefährdung, Überschwemmungs- und Wasserschutzgebiete sowie Gewässerrandstreifen in Acker umgewandelt wird. Für Moor- und Anmoorböden gilt zusätzlich, dass aus Gründen des Klima-, Natur- und Bodenschutzes die Erstanlage einer Entwässerung von Dauergrünland durch Drainagen oder die Anlage neuer Gräben verboten ist.

Im **Landeswassergesetz** sind **dauerhafte Gewässerrandstreifen** ohne Anwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln sowie Pflugverbot auf einem Meter Breite festgelegt. Auf fünf Meter Breite ist der Umbruch von Dauergrünland verboten.

Im Rahmen der **Allianz für Gewässerschutz** haben der Bauernverband (BVSH), der Landesverband der Wasser- und Bodenverbände (LWBV), die Landesgruppe Norddeutschland des Bundesverbandes für Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) und das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND) u.a. Empfehlungen für die Einrichtung von mindestens 10 m breiten Gewässerrandstreifen erarbeitet. Sie bilden den Rahmen, in dem sich Landwirtschaft und Wasserwirtschaft sowie die Wasser- und Bodenverbände für die Bereitstellung von breiten Gewässerrandstreifen einsetzen. Für die Seen sind außer den Seeufern auch die Randstreifen an den Seezuläufen – insbesondere an hängigen Flächen, die unmittelbar an Gewässer grenzen - von hoher Bedeutung.

3.1.3.3 Technische Maßnahmen am Seezulauf zwecks Erhöhung des Stoffrückhaltes

Wenn eine nährstoffrückhaltende 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.

3.1.4 Sonstige diffuse Nährstoffeinträge

Die Aufklärung von Personenkreisen wie Seeanliegern oder Anglern über den Beitrag **sonstiger Stoffeinträge**, z.B. der seenahen Kompostierung und Düngung in Gärten 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 sind ggfs. in die Betrachtung des Stoffhaushaltes aufzunehmen. Auswertungen des LLUR haben ergeben, dass der Anteil des Nährstoffeintrages durch Vögel in die Seen in der Regel 3 % des Gesamteintrages nicht überschreitet.

3.2 Hydromorphologische Änderungen

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.

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, z.B. am Windebyer Noor, das Einschwingen von Ostseewasser in die Strandseen durch Optimierung des Stauanlagenbetriebes zu maximieren unter Berücksichtigung der berechtigten

Interessen der Seeanlieger und der voraussichtlich zukünftig steigenden Ostseewasserstände.

Das Vorkommen von Fischen (z.B. Aale) kann durch Wanderhindernisse in den Zu- oder Abläufen beeinträchtigt sein. Insbesondere in "Fluss-Seen-Systemen" wie dem Schwentine-System ist die Durchgängigkeit von großer Bedeutung, da Fische sowohl saisonal zwischen Fließgewässerstrecken und Seen wechseln (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.

Die Möglichkeiten der Wiederherstellung der Durchgängigkeit in den Fließgewässern z.B. durch Ersatz von Wehren durch Sohlgleiten sind in den Erläuterungen zur „Regeneration von Fließgewässern“ dargestellt (<http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/wasserrahmenrichtlinie/bewirtschaftungszeitraum2.html>).

Die Kartierung der **Seeufer** der größeren natürlichen Seen in Schleswig-Holstein nach dem LAWA-Übersichtsverfahren ergab keine signifikanten Veränderungen der Uferstruktur.

Trotzdem sollten Veränderungen der Ufer durch Nutzungen oder infolge Röhrichtrückgangs 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.



Die Veränderungen werden meist durch ein Geflecht von Faktoren wie Eutrophierung, Freizeitnutzung, Gänsefraß etc. begünstigt, daher werden umfassende Konzepte, die die spezifischen Ursachen darstellen, benötigt (siehe z.B. SCHOENBERG et al. 2008, SCHOENBERG et al. 2009).

Die Durchführung von Pilotprojekten an einzelnen Seen wie dem Großen Plöner See (JENSEN 2004) bringen neue Erkenntnisse über die Ursachen und Möglichkeiten der Regeneration. Daneben kann auch das Einrichten praxisorientierter Versuchsstrecken und die Erfahrungen der Anlieger mit den Veränderungen der Ufervegetation in den vergangenen Jahren weiterhelfen (siehe auch HOLSTEN et al. 2011).

3.3 Historische Belastung - Restaurierungsmaßnahmen

Technische Maßnahmen **in einem See** zur Stabilisierung oder Regeneration des Stoffhaushaltes wie Tiefenwasserableitung, Phosphor-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.

Die **Tiefenwasserableitung** aus geschichteten Seen gehört zu den gut erprobten und unter entsprechenden Voraussetzungen ausgesprochen effektiven und vor allem im Betrieb kos-

tengünstigen Methoden der Restaurierung von tiefen, im Sommer stabil geschichteten Seen durch eine Absenkung des trophiebestimmenden Nährstoffs Phosphor. Das Prinzip des bereits 1944 von einem Schweizer Biologen erstmals publizierten und in den 50er Jahren von OLSZEWSKI an einem See in Polen erstmals angewandte Verfahren besteht in einem gänzlichen oder teilweisen Ersatz des natürlichen Abflusses aus der Oberflächenlamelle des Sees durch das in der Schichtungsphase meist deutlich nährstoffreichere Tiefenwasser mittels entsprechender technischer Anlagen. Die Ableitung erfolgt in der Regel von der tiefsten Stelle im See zu einem Punkt im Seeablauf, der tiefer liegen muss als der Wasserspiegel, um gemäß des Prinzips der kommunizierenden Röhren eine Ableitung des Tiefenwassers ohne externe Energie (Pumpen) möglich zu machen. Ob eine solche Maßnahme zu einer nennenswerten Absenkung des Phosphorgehaltes und damit der Trophie des Sees führt und somit sinnvoll und zielführend ist, hängt ganz entscheidend davon ab, welche Menge an Phosphor auf diese Weise ausgetragen werden kann und in welchem Größenverhältnis diese Menge zu den verbleibenden Phosphoreintragsquellen steht. Diese Maßnahme wurde bisher in Schleswig-Holstein noch nicht umgesetzt, da bei den beiden Seen, für die sie geprüft wurde, die Voraussetzungen für einen effizienten Einsatz dieser Restaurierungsmethode nicht gegeben waren. Zu berücksichtigen ist auch die Belastung des jeweiligen Seeablaufes mit sauerstoffarmem nährstoffreichem Wasser.

Eine weitere Restaurierungsmöglichkeit ist die **See-interne Phosphorfällung**. Als Fällmittel finden in Deutschland Aluminium- und Eisen(III)-Salze sowie Kalzium- und Lanthanverbindungen Verwendung. In Schleswig-Holstein wurden Ende 2009 der Blankensee und der Behlendorfer See mit Bentophos® „behandelt“ (Abbildung 4). Bentophos® besteht zu 95 % aus einem natürlichen Tonmineral (Bentonit) und zu 5 % aus der seltenen Erde Lanthan. Durch ein Ionenaustauschverfahren werden Natriumionen im Wasser durch Lanthanionen ersetzt. Diese können Phosphat im Verhältnis 1:1 binden. Die Applikation erfolgt über das Aussprühen einer mit Seewasser zubereiteten Suspension des Materials. Dieses Gemisch sinkt dabei innerhalb von 2 Tagen vollständig auf den Seeboden ab. Während des Absinkens auf die Sedimentoberfläche binden die im Bentophos® eingelagerten Lanthan-Ionen den größten Teil des in der Wassersäule befindlichen gelösten Phosphors. Bentophos® bildet auf der Sedimentoberfläche einen geringmächtigen Niederschlag (weniger als 2 mm) und hat dort die Kapazität, weiteres, aus dem Sediment sich rücklösendes Phosphat nachhaltig zu binden, solange freie Lanthan-Ionen im Bentophos® vorhanden sind.



Abbildung 4: Phosphorfällung mit Benthophos® im Behlendorfer See 2009

Eine **Bio-manipulation**, d.h. die gezielte Entnahme großer Mengen zooplanktonfressender Fische (Weißfische), kann sinnvoll sein, sofern sich in den Voruntersuchungen herausstellt, dass durch den Fraßdruck der Fische das Zooplankton¹¹ 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. die Anpassung des künftigen Fischerei-Management voraus. Es kann z. B. erforderlich werden, längerfristig dem See keine "Raubfische" zu entnehmen. 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 Bio-manipulation Erfolg versprechend sein kann, sind:

- Nährstoffreicher planktondominierter Flachsee mit einer internen Phosphorkonzentration von höchstens 0,1 mg/l P,
- Unterschreiten der externen Phosphorgrenzelastung: 0,6 – 2,0 g P pro m² Seefläche und Jahr (Flachseen) bzw. 0,5 g P pro m² und Jahr bei geschichteten Seen,

¹¹ Schwebetiere wie Wasserflöhe, Ruderfußkrebse oder Rädertiere

- „Ausreichende“ Entnahme der Zooplankton²-fressenden Massenfische (auf < 50 kg/ha) bzw. Bodentier-fressenden Massenfische (auf < 25 kg/ha) bei gleichzeitiger Förderung der „Raubfische“.

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

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) oder
- Grunderwerb

ist auf der Grundlage der Richtlinie für die Förderung von wasserwirtschaftlichen und kulturbautechnischen Maßnahmen als Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ in der jeweils gültigen Fassung nach Ziff. 2.4 in Verbindung mit den Richtlinien zur naturnahen Fließgewässer- und Seenentwicklung sowie zur Niedermoorvernässung in der jeweils gültigen Fassung nach Ziff. 2 u. 5.2.1.4 möglich. Als förderungsfähig werden die Kosten für Flächenerwerb oder –bereitstellung (einschließlich Flächentausch) anerkannt, soweit sie für die naturnahe Fließgewässer- und Seenentwicklung erforderlich sind. Gefördert wird i.d.R. mit 90 % der als förderungsfähig anerkannten Kosten. In Ausnahmefällen, wenn die untere Wasserbehörde den Unterhaltungsträger zur Umsetzung der WRRL-Maßnahmen an Seen gem. § 55 Landeswassergesetz anhält und der so Verpflichtete bei der Regeneration von Seen keine Vorteile hat, kann das Land Zuwendungen bis 100 % gewähren. Gefördert werden nur Investitionen der Maßnahmenträger, kein daraus resultierender späterer Unterhaltungs- oder Pflegeaufwand.

Die **Anlage von linienhaften oder kleinflächigen strukturverbessernden Elementen**, z. B. punktuelle Anpflanzungen entlang der in den See einmündenden Gewässer, kann, soweit damit ein Stoffrückhalt in der Landschaft erzielt wird, nach den o.g. Richtlinien gefördert werden.

Die Anlage von **Regenklärbecken mit nachgeschaltetem Bodenfilter** kann, sofern Immissionsbetrachtungen ergeben, dass Niederschlagswasser von befestigten Flächen einen wesentlichen Beitrag zur Nährstoffanreicherung in einem See verursacht, nur mit der Abwasserabgabe entsprechend § 10 Abs. 3 Abwasserabgabegesetz verrechnet werden, wenn in der vorhandenen Einleiterlaubnis Schadstoffe oder Schadstoffgruppen begrenzt werden. Durch den Betrieb des neuen Regenklärbeckens mit nachgeschaltetem Bodenfilter muss dann eine Minderung der Fracht einer der bewerteten Schadstoffe und Schadstoffgruppen in dem zu behandelnden Abwasserstrom um mindestens 20 % sowie eine Minderung der Gesamtschadstofffracht beim Einleiten in das Gewässer zu erwarten sein. In der Praxis führt das i.d.R. nicht zur Umsetzung solcher Maßnahmen, da der Niederschlagswasseranteil nur ca. 12 % der angeschlossenen EW beträgt und der Verrechnungszeitraum maximal auf 3 Jahre begrenzt ist. Effektiver und kostengünstiger ist es, Regenwasser in der Fläche vor Ort

² Schwebetiere wie Wasserflöhe, Ruderfußkrebse oder Rädertiere

zu versickern. Solche Maßnahmen regeln die Träger der Abwasserbeseitigungspflicht (Gemeinden, Zweckverbände) satzungsrechtlich. Dadurch ergeben sich Vorteile für die Träger, indem z.B. die vorhandenen Regenwasserkanalisationen entlastet werden bzw. nicht angepasst werden müssen.

Technische Maßnahmen an einem Zulauf oder im See wie Phosphorentzug, Sedimentbehandlung oder Biomanipulation können im Einzelfall unter Berücksichtigung der Vorteile des Maßnahmenträgers und Regelungen zur Übernahme der Folgekosten (z. B. Unterhaltungskosten für entsprechende Anlagen) nach den o.g. Richtlinien gefördert werden.

Bei der **Reinigung von Abwasser über die gesetzlichen Anforderungen hinaus**, z.B. durch Nachschaltung einer Phosphor-Fällung, kann von der Möglichkeit zur Verrechnung der Investitionskosten mit der Abgabe nach dem Abwasserabgabegesetz Gebrauch gemacht werden.

5 Erstellung und Umsetzung von Sanierungskonzepten

Einzelfallbezogen ist in Abhängigkeit von der Belastungssituation, den Belastungsquellen und dem Entwicklungsziel eines Sees eine individuelle Vorplanung oder Machbarkeitsstudie zu erarbeiten. Sie wird von einem örtlichen Träger (Wasser- und Bodenverband, Bearbeitungsgebiets-Verband, Gemeinde, Kreis o.ä.) mit maßgeblicher Unterstützung durch das LLUR und unter Beteiligung aller betroffenen TÖBs und Interessenverbände aufgestellt. 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 aufgestellt werden (siehe z.B. Amt Hüttener Berge am Wittensee). Die Umsetzung solcher Sanierungskonzepte kann durch eine spezielle See-Arbeitsgruppe begleitet werden, in der alle beteiligten Personenkreise vertreten sind.

Vorplanungen / Machbarkeitsstudien in See-Einzugsgebieten wurden bisher durchgeführt z.B. in den Einzugsgebieten des Behlendorfer See, des Bistensees, des Großen Segeberger Sees, des Gudower Sees, des Langsees bei Süderfahrenstedt, der Ratzeburger Seen, des Schaalsees, des Selenter Sees, des Wittensees u.a.. Eine Auswahl der zugehörigen Berichte ist im Kapitel 8 zusammengestellt. An dieser Stelle ist auch eine 2019/20 durchgeführte Forschungskooperation mit dem UFZ Leipzig sowie der Universität Rostock zu nennen, in deren Rahmen nach den Ursachen für die relativ ungünstige Bewertung der Unterwasservegetation bei gleichzeitig relativ klarem Wasser einiger Seen gesucht wird (DADI et al. 2020, Holzhausen et al. 2020, MACHATE et al. 2019)

6 Auswahl von Seen

Das LLUR hat eine Liste mit Vorrangseen erarbeitet (Abbildung 5, Erläuterungen zur „Ermittlung von Vorranggewässern“ auf der Homepage www.wrrl.schleswig-holstein.de). Die Auswahl und Priorisierung der Seen erfolgt nach fachlichen Gesichtspunkten wie Ausmaß der Degradation, Seetiefe oder Größe des Einzugsgebietes. Hieraus ergeben sich die Fähigkeit eines Sees, sich kurzfristig zu erholen, und die Größenordnung des Sanierungsumfanges.

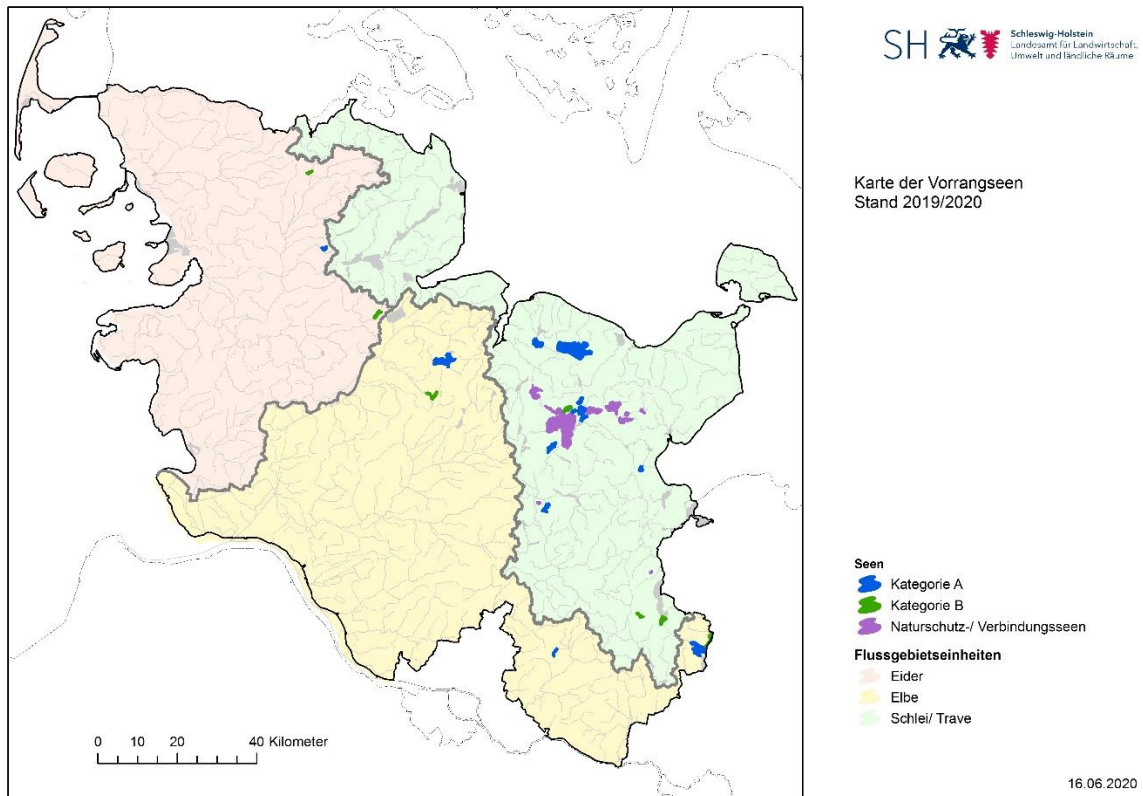


Abbildung 5: Vorrangseen in Schleswig-Holstein

Weiteres Kriterium für die Priorisierung eines Sees für eine Seenregeneration zur Umsetzung der WRRL kann auch das Interesse vor Ort sein, das allerdings in der Regel durch eine stärkere Degradation der Seen, Badeverbote o.Ä. bedingt ist. Hier sind möglicherweise nur geringere Umweltziele zu erreichen und dementsprechend zu definieren. Weitere Informationen finden sich im Priorisierungskonzept Seen.

7 AnsprechpartnerInnen

Anne Grudzinski, LLUR, Dez. Seen

Gudrun Plambeck, LLUR, Dez. Seen

MitarbeiterInnen des LKN, Fachbereiche 42-44

8 Literatur

- 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.
- HOLSTEN, B., SCHOENBERG, W. & JENSEN, K. (2011): Schutz und Entwicklung aquatischer Schilfröhrichte. Ein Leitfaden für die Praxis.- Hrsg. LLUR, Schriftenreihe LLUR SH – Gewässer, D 23
- JENSEN, K. (2004): Renaturierung degradierter Uferabschnitte an Seen der Holsteinischen Schweiz.- Förderantrag an die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 61 S.
- KASTELL; S. (1994): Zur Relevanz der geographischen Dimension und des landschaftsökologischen 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 – 2006): Berichte zum Seenkurzprogramm und einzelnen Seen.- Berichtsreihe B (30 – 56)
- LANU (1999): Empfehlungen zum integrierten Seenschutz.- 40 S., Broschüre
- RIEDMÜLLER, U., MISCHKE, U., POTTGIESSER, T., BÖHMER, J., DENEKE, R., RITTERBUSCH, D., STELZER, D. & HOEHN, E. (2013): Steckbriefe der deutschen Seetypen. Begleittext und Steckbriefe, im Auftrag des Bundesumweltamtes
- SCHOENBERG, W., HOLSTEN, B. & K. JENSEN (2008): Renaturierung degradierter Uferabschnitte an Seen der Holsteinischen Schweiz – Maßnahmenplanung für Röhrichtschutz und –entwicklung am Großen Plöner See und am Großen Eutiner See. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU, 2008, unveröff.).
- SCHOENBERG, W., JENSEN, K. & B. HOLSTEN (2009): Renaturierung degradierter Uferabschnitte an Seen der Holsteinischen Schweiz – Maßnahmenplanung für Röhrichtschutz und entwicklung am Kleinen Plöner See, Trammer See, Dieksee und Kellersee. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig- Holstein (LLUR 2009, unveröff.).

Vorplanungen / Machbarkeitsstudien (Auswahl):

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

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

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

BBS (2013): Machbarkeitsstudie zu naturnahen Retentionsbecken am Kalbach. - Gutachten im Auftrag der Gemeinde Bordesholm, unveröff.

BIOPLAN (2014): Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie für eine Tiefenwasserableitung am Ihlsee. - Gutachten im Auftrag des LLUR, unveröff.

BIOPLAN (2015): Untersuchungen zum Nährstoffeintrag in den Neversdorfer und den Mözener See und Vorplanung für Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässergüte, unveröff.

BIOTA (2014): Vorplanung Retentionsbecken Wittensee.- Auftrag des Amtes Hüttener Berge, unveröff.

BIOTA (2015): Konzeptstudie zur Verbesserung des ökologischen Zustandes des Schaalsees, Auftrag GUV Gewässerentwicklungsverbandes Schaalsee-Delvenau / LU-MV, unveröff.

BIOTA (2018): Detaillierte Beschreibung der sommerlichen Nährstoffsituation im Lanker See unter Einbeziehung der Seebeckenmorphologie und des Sediments, Ableitung von effektiven Maßnahmen. unveröff.

BIOTA (2020): Konzeptstudie zur Verbesserung des ökologischen Zustandes der Ratzeburger Seen, unveröff.

DADI, T., Frascareli, D., Rinke, K., Friese, K. (2020): Sedimentuntersuchungen in 8 Seen Schleswig-Holsteins zur Charakterisierung der Besiedlungsfähigkeit durch Makrophyten. Im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flintbek.

GERIES (2011): Großer Segeberger See; Risikoanalyse zum diffusen Phosphateintrag aus landwirtschaftlichen Flächennutzungen im Einzugsgebiet; Untersuchungen zur stofflichen Güte von Zuläufen. - Gutachten im Auftrag des Gewässerpflegeverbandes Am Oberlauf der Trave, unveröff.

GERIES (2015): Abschlussbericht Bordesholmer See; Erfassung und Bewertung von Stoffausträgen aus landwirtschaftlichen Flächen sowie landwirtschaftliche Gewässerschutzberatung, unveröff.

GIG (2011): Studie zur Wasser- und Nährstoffbilanz des Schaalsees. - Auftrag LLUR/LU-MV, unveröff.

- GWS-Nord (2014): Vorplanung im Einzugsgebiet des Langsees bei Süderfahrenstedt und seiner Zuläufe. - Auftrag des Wasser- und Bodenverbandes Angelner Auen, unveröff.
- GWS Nord (2015): Untersuchungen zu den relevanten Nährstoffeintragspfaden als Grundlage für die landwirtschaftliche Seenschutzberatung am Bothkamper See, unveröff.
- Holzhausen, A., Gebert, J., Quanter, J., Schubert, H. (2020): Test auf Eignung der See-Sedimente für die Ansiedlung mit Makrophyten in ausgewählten Seen Schleswig-Holsteins mittels Wachstumsversuchen und Analyse der vorhandenen Diasporen im Sediment. Im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flintbek.
- IGLU (2013): Vorplanung zur Erarbeitung von geeigneten Maßnahmen an ausgewählten Uferabschnitten des Selenter Sees sowie im Einzugsbereich der beiden wichtigsten Seezuläufe, Weddelbek und Radbrooksau, hinsichtlich der Reduzierung von Nährstoffeinträgen.- Auftrag des GUV Selenter See, unveröff.
- IGLU (2016): Vorplanung zur Erarbeitung von geeigneten Maßnahmen im gewässernahen Bereich des Sankelmarker Sees sowie im Einzugsbereich der beiden wichtigsten Seezuläufe, hinsichtlich der Reduzierung von Nährstoffen in die Gewässer, unveröff.
- INGUS (2014): Vorplanung zur Erarbeitung von geeigneten Maßnahmen im gewässernahen Bereich des Bistensees sowie im Einzugsgebiet der beiden wichtigsten Seezuläufe hinsichtlich der Reduzierung von Nährstoffeinträgen in die Gewässer.- Auftrag des Amtes Hüttener Berge, unveröff.
- INGUS (2016): Untersuchungen zu den relevanten Nährstoffpfaden als Grundlage für die landwirtschaftliche Seenschutzberatung am Stendorfer See, Sibbersdorfer See und Großen Eutiner See, unveröff.
- INGUS (2016): Untersuchungen zu den relevanten Nährstoffpfaden als Grundlage für die landwirtschaftliche Seenschutzberatung am Neversdorfer See, unveröff.
- INGUS (2018): Untersuchungen zu den relevanten Nährstoffpfaden als Grundlage für die landwirtschaftliche Seenschutzberatung am Mözener See, unveröff.
- KLS (2013): Vorplanung im Einzugsgebiet des Gudower Sees zur Ermittlung von Belastungsquellen und Entwicklung von Maßnahmen.- Auftrag der v. Bülow'schen Gutsverwaltung, Gudow, unveröff.
- LANAPLAN (2016): Machbarkeitsstudie zu einer WRRRL-Maßnahme „Förderung der QK Makrophyten durch Wiederansiedlung begleitend zu internen Nährstoff-Maßnahmen im Behlendorfer See“, unveröff.

Lenzowski, N. & Jensen, K. (2019): Abschlussbericht zu „Maßnahmen zur Förderung und Entwicklung der Strandlingsrasen in schleswig-holsteinischen Seen“, Projektlaufzeit: 01.10.2015 bis 28.02.2019; Universität Hamburg, i. A. LLUR, unveröff.

Machate, O., Dellen, J., Brack, W. (2019): Belastung der Sedimente von acht Seen Schleswig-Holsteines mit organischen Schadstoffen. Im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flintbek.

STOFFER, A. (2010): Handlungsempfehlungen für die Sanierung von Seen im Sinne der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie.- Masterarbeit, Bauhaus-Universität Weimar.

WOLTER, K.D. (2014): Erarbeitung einer Konzeption zur Senkung der internen P-Rücklösung durch Steuerung der Sedimentprozesse im Bothkamper See.- Gutachten im Auftrag des LLUR, unveröff.

Weitere Informationen zu den **Seen** und **Wasserkörpersteckbriefen** siehe:

www.schleswig-holstein.de/seen

www.schleswig-holstein.de/wanis