



Inkwilersee - Konzept zur Sanierung

*Ausgangslage und Ziele
Massnahmen und Kosten*



1. Nachführung: August 2011

*FB 10-05
08/2011*

Zusammenfassung	3
1. Ausgangslage und Problemanalyse	5
2. Sanierungsziel	10
3. Konzept	12
4. Sanierungsmassnahmen	14
4.1. Hauptmassnahmen 1 - 3	14
4.1.1 Massnahme 1 - Sedimente aus dem See entfernen.....	14
4.1.2 Massnahme 2 - Tiefenwasserableitung (TWA)	20
4.1.3 Massnahme 3 - Optimierung der Absetzbecken im Moosbächli	25
4.2. Begleitende Massnahmen 4 - 8	27
4.2.1 Massnahme 4 - Generelle Entwässerungsplanung GEP	27
4.2.2 Massnahme 5 - Gehölzunterhalt im Ufergürtel.....	28
4.2.3 Massnahme 6 - Landwirtschaftliche Bewirtschaftung.....	30
4.2.4 Massnahme 7 - Bodenressourcen schützen (BORES)	33
4.2.5 Massnahme 8 - Drainagesystem und Einlaufschächte prüfen	35
4.3. Koordination mit anderen Tätigkeiten am See.....	37
4.3.1 Rückbau und Verlegung des Bootshafens von Inkwil.....	37
4.3.2 Drainageprojekt Gemeinde Bolken.....	38
4.3.3 Drainageprojekt Gemeinde Inkwil.....	38
5. Weitere Aktivitäten	39
5.1. Notfallkonzept bei akutem Sauerstoffmangel.....	39
5.2. Sauerstoffmessungen	39
5.3. Uferweg	39
5.4. UNESCO	39
5.5. Seevertrag - gemeinsame Nutzungsziele.....	40
6. Schlusswort und Dank	40
7. Literatur	41
8. Anhang	42
8.1. Libellen in der Uferzone	
8.2. Überblick Haupt- und Begleitmassnahmen Inkwilersee 2011 - 2015	
8.3. Arbeitsgruppe zur Sanierung Inkwilersee seit 2004	
8.4. Laboruntersuchungen zum Seesediment 2005 - 2009	
8.5. Verwendung des Absaugmaterials - Bericht SOL CONSEIL	
8.6. Vegetation	

Zusammenfassung

Seit der Wasserspiegel des Inkwilersees 1961 um 50 cm abgesenkt wurde, haben sich die Probleme bezüglich Wasserqualität und Verlandung verschärft. Mehrfach kam es wegen Sauerstoffmangel zu grossen Fischsterben, zuletzt im August 2009.

Der Bau und die Inbetriebnahme der Infrastrukturen der kommunalen Abwasserentsorgung der Anliegergemeinden sowie die Reduktion von Abschwemmungen von Nährstoffen aus der Landwirtschaft haben die Einträge von Phosphor und Stickstoff in den See in den letzten Jahrzehnten deutlich verringert. Da jedoch seeinterne Prozesse pflanzenverfügbare Nährstoffe aus dem Seesediment rüklösen, bleibt die Bioproduktion im See auf hohem Niveau bestehen.

Mit Bohrungen in die Seesedimente konnte belegt werden, dass der See seit der letzten Eiszeit natürlicherweise um 1 mm pro Jahr verlandet. Die sehr hohe Produktivität des Sees und die organischen Einträge durch den dichten Uferbewuchs führen heute jedoch zu einer Verlandungsrate von 10 - 30 mm pro Jahr. Diese unnatürlich hohe Verlandung hat negative Folgen für das Seeökosystem und die landwirtschaftliche Bewirtschaftung. Beispielsweise ist die Funktion der Drainagesysteme eingeschränkt, weil der rasche Abfluss wegen verstopften Mündungsbereichen behindert wird. Kann die Verlandung nicht verlangsamt werden, wird der See in 150 bis 200 Jahren vollständig verschwinden. Damit würden einzigartige aquatische Lebensräume und ein regional bedeutendes Landschaftselement verloren gehen.

Eine Arbeitsgruppe hat sich intensiv mit der Sanierung des Inkwilersees auseinandergesetzt. In einem konsultativen Vernehmlassungsverfahren haben die betroffenen Fachstellen beider Kantone Änderungen beantragt, die im vorliegenden Konzept berücksichtigt wurden. Insbesondere sei auf die Etappierung bei der Absaugung von Sedimenten hingewiesen.

Das **Sanierungsziel** für den Inkwilersee wird wie folgt definiert:

Die Verlandungsrate minimieren und damit die Lebensdauer des Inkwilersees maximieren sowie die standortheimische Flora und Fauna mit ihren besonders zu schützenden Arten erhalten und fördern.

Dazu werden folgende Teilziele angestrebt:

- Vergrösserung des Seevolumens und damit Erhöhung der Lebensdauer
- Reduktion des Nährstoff- und Partikeleintrags in den See
- Erhöhung des Austrags von Biomasse, Nährstoffen und Feinpartikel
- Reduktion von Verbuschung und Verwaldung der Verlandungszone

Die Teilziele sollen mit folgenden Massnahmen erreicht werden:

- Absaugen von Seesedimenten in Ufernähe
- Erweiterung der bestehenden Tiefenwasserableitung
- Verbesserung des Sedimentrückhalts im Hauptzufluss
- Optimierung der Siedlungsentwässerung
- Unterhaltmassnahmen im Uferbereich

Die Kosten für die Absaugung dürften ungefähr Fr. 400'000.-- bis Fr. 600'000.-- , für die Erweiterung der Tiefenwasserableitung Fr. 100'000.-- und für die Verbesserung des Sedimentrückhalts im Hauptzufluss Fr. 30'000.-- betragen.

Die Kantone Bern und Solothurn, die Gemeinden Etziken, Bolken und Inkwil werden sich diese Kosten für die Ausführungszeit von 2012 - 2015 teilen. Der definitive Kostenverteiler wird vor der Realisierung präzisiert. Der positive Grundsatzentscheid zur Umsetzung der Massnahmen erfolgte im Frühling 2011.

Die involvierten Fachstellen der Kantone Bern und Solothurn begrüßen die vorgeschlagenen Massnahmen ebenfalls und empfehlen, die vorliegenden Massnahmen umzusetzen.

1. Ausgangslage und Problemanalyse

Beim idyllischen Inkwilersee handelt es sich um einen 13'000-jährigen Toteissee mit einer Fläche von ungefähr 10 Hektaren und einer Uferlinie von einem Kilometer. Sein Zuströmbereich umfasst 350 Hektaren, wovon 200 Hektaren landwirtschaftlich genutzt werden. Er wird als regionales Erholungsgebiet sehr geschätzt und beherbergt seltene Tier- und Pflanzenarten, die sich zum Teil auf der Roten Liste der gefährdeten Arten befinden.



Abb. 1 Luftaufnahme ca. 1990

Im Kanton Solothurn gibt es neben dem Inkwilersee und dem Burgäschisee, die beide ungefähr zur Hälfte dem Kanton Bern gehören, nur noch den Bellacher Weiher und den Stausee in Seewen (Basler Weiher), die als grössere stehende Gewässer bezeichnet werden können. Der Solothurner Teil des Inkwilersees ist als kantonales Naturreservat ausgeschieden, der Berner Teil ist nicht speziell geschützt.

Wie viele stein- und bronzezeitliche Funde belegen, wird diese Gegend seit mehreren tausend Jahren bewohnt. Die Seeufersiedlungen zählen zu den bedeutendsten archäologischen Kulturgütern Europas. Von den insgesamt gegen 1000 im Alpenraum bekannten Fundstellen wurden im Juni 2011 156 Fundstellen mit dem grössten wissenschaftlichen Potential ausgewählt und auf die Liste des UNESCO-Welterbes gesetzt, darunter diejenigen am Inkwilersee und am Burgäschisee.

Natürliche Kleinseen sind im Mittelland selten und allein deshalb schützens- und erhaltenswert. Sie sind alle durch beschleunigte Verlandungsprozesse in ihrer Existenz bedroht. Heute sind sie Teil einer Kulturlandschaft, die mit der ursprünglichen Naturlandschaft nicht mehr vergleichbar ist. Als Habitat für Libellen, Vögel, Amphibien und Pflanzen ist der Inkwilersee einzigartig. Er beherbergt beispielsweise 38 Libellenarten. Bereits 1959 hat sich der Regierungsrat des Kantons Bern für eine Unterschutzstellung und die Erhaltung des Sees ausgesprochen (Antwort auf die Interpellation von Grossrat Ingold vom 21. September 1959). Der Berner Kantonsteil ist jedoch bis heute nicht unter Schutz gestellt worden, der Solothurner Kantonsteil hingegen schon (Regierungsratsentscheid vom 28. Dezember 1949; RRB Nr. 4989).



Abb. 2 Luftbild 29.3.1950

Nachdem sich bereits in den Jahren 1991 und 1993 grosse Fischsterben ereigneten, stellte sich am 29. August 2009 innert weniger Stunden erneut ein sauerstoffloser Zustand im See ein, der ein grosses Fischsterben verursachte. Mehrere Gründe führten zu diesem Ereignis. Wegen der schnellen Verlandung nimmt das Volumen des Sees stetig ab, so dass sich durch die gleichbleibende Belastung die Qualität des verbleibenden Wassers verschlechtert. Nährstoffe wie Phosphor und Stickstoff verursachen ein hohes Algenwachstum. Zersetzungs- und Veratmungsprozesse der Algen haben einen grossen Sauerstoffbedarf zur Folge, der durch den Wetterumsturz mit starken Winden und wenig Sonnenschein dazu führte, dass der See kippte.



Abb. 3 Fischsterben 29.8.2009

Ein dringender Handlungsbedarf besteht neben der Verbesserung der Wasserqualität auch beim hohen Partikeleintrag durch die beiden Zuflüsse sowie durch die Drainagen. Die Belastung durch verschiedene Nutzungen und damit verbunden die Sediment- und Nährstoffeinträge im Zuströmbereich, bleiben jedoch unvermindert hoch. Die Verlangsamung der Verlandung und die Verbesserung der Wasserqualität sind die Eckpunkte des Sanierungskonzepts.

Aus der unnatürlich hohen Verlandungsgeschwindigkeit von ca. 10 - 30 mm pro Jahr lässt sich heute ein Handlungsbedarf für den Erhalt des Sees ableiten. Nehmen wir an, dass die intensiven Aktivitäten im Einzugsgebiet nie stattgefunden hätten sondern es bei einer Naturlandschaft geblieben wäre, dann hätte die Verlandungsrate auch während der letzten 200 Jahre 1 mm pro Jahr und die Sedimentablagerung 20 cm betragen. Durch die intensive Bewirtschaftung wurde aber die Verlandungsrate auf unnatürliche 1 cm pro Jahr erhöht und somit in der gleichen Zeitspanne ein Sediment von 200 cm geschaffen. Teilen wir nun die Differenz von 180 cm durch 1 mm pro Jahr, ergibt dies 1800 Jahre, die wir im Vergleich zu einem natürlichen Verlandungsverlauf im Vorsprung sind. Um einer natürlichen Entwicklung dieses Kleinsees Rechnung zu tragen, müsste der See also noch mindestens so lange erhalten bleiben.

Eine Verlandung bedeutet zudem eine Veränderung der hydrologischen Gegebenheiten. Sie hat Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel und somit auf die Entwässerung des Einzugsgebiets und auf die Effizienz des Drainagesystems. Eine weitere Verlandung gefährdet die Ableitung von Mischwasser aus den Siedlungen (sog. Regenentlastungen). Wird jetzt nichts gegen die Verlandung unternommen, würden in Zukunft noch aufwändigere Massnahmen nötig, so zum Beispiel eine Ringleitung zur Erhaltung des Drainagesystems.

Ein Ansteigen des Grundwasserspiegels würde zudem die landwirtschaftliche Nutzung einschränken und könnte sogar die Neubaustrecke der SBB-Linie Solothurn - Zürich beeinträchtigen. Liegenschaften in Seenähe wären von Vernäsung bedroht.

Von einer natürlichen Verlandungsrate von 1 mm pro Jahr ausgehend, ist die heutige Rate von 10 - 30 mm pro Jahr weit entfernt. Wenn gegen die beschleunigte Verlandung nichts unternommen wird, verlandet zuerst das Ufergebiet und anschliessend entsteht über die gesamte Seefläche ein vollständiges Flachmoor. Deshalb wird anstelle eines quantitativen Ziels ein qualitatives angestrebt: Die Verlandungsrate soll so tief wie möglich gehalten werden.



Abb. 4

Verlandung Randbereiche hat bereits begonnen



Abb. 5

Vollständige Verlandung in einigen Jahrhunderten

Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet und Hochwasserproblematik

Das Moosbächli (Etzikerkanal) und der Dägenmoosbach sind neben dem grossen Drainagesystem die beiden Hauptzuflüsse des Inkwilersees. Die Drainageleitungen sind eingestaut und münden teilweise unter dem Wasserspiegel in den See. Mit einer weiter fortschreitenden Verlandung wird die Entwässerungsfunktion der Zuflüsse insbesondere der Drainagen gefährdet.

Bei unvermindert starker Verlandung dürften die beiden Bäche sich unter gewissen Voraussetzungen und mit der Unterstützung von sporadischen Hochwasserabflüssen zukünftig einen Weg durch das verlandende Seegelände bahnen können. Hydraulisch funktioniert dies aber nur, wenn ein Gefälle von der Mündung bis zum Abfluss geschaffen wird. Dies könnte nur mit einer Absenkung des Seespiegels (z.B. durch Entfernung der Staumauer) und somit auch des Grundwasserspiegels erreicht werden. Aus Sicht des Naturschutzes und insbesondere aus Gründen der Erhaltung von archäologischen Fundstellen ist dies nicht erwünscht. Durch Luftzutritt würde organisches archäologisches Material unweigerlich zerstört werden. Falls die Verlandung nicht gestoppt wird, führt dies bei Hochwasser zu immer häufigeren Überschwemmungen im Umland.

Der Bau einer Ringleitung um den See wäre eine Lösung, um den Wasserabfluss der Drainagesysteme zu gewährleisten. Allerdings würde das auf diese Weise abgeführte Wasser dem See zur Wassererneuerung spürbar fehlen, so dass wiederum die Verlandungsgeschwindigkeit zunehmen würde.

All diese Gründe sprechen deutlich für die Sanierung des Sees zum heutigen Zeitpunkt. Die vorgeschlagenen Massnahmen sind effektiv, vergleichsweise kostengünstig und ermöglichen die längerfristige Erhaltung des Sees. Es handelt sich mehrheitlich um Unterhaltmassnahmen, die periodisch wiederholt werden müssen. Bei einer Sedimententnahme ist dies in ungefähr 50 Jahren der Fall.

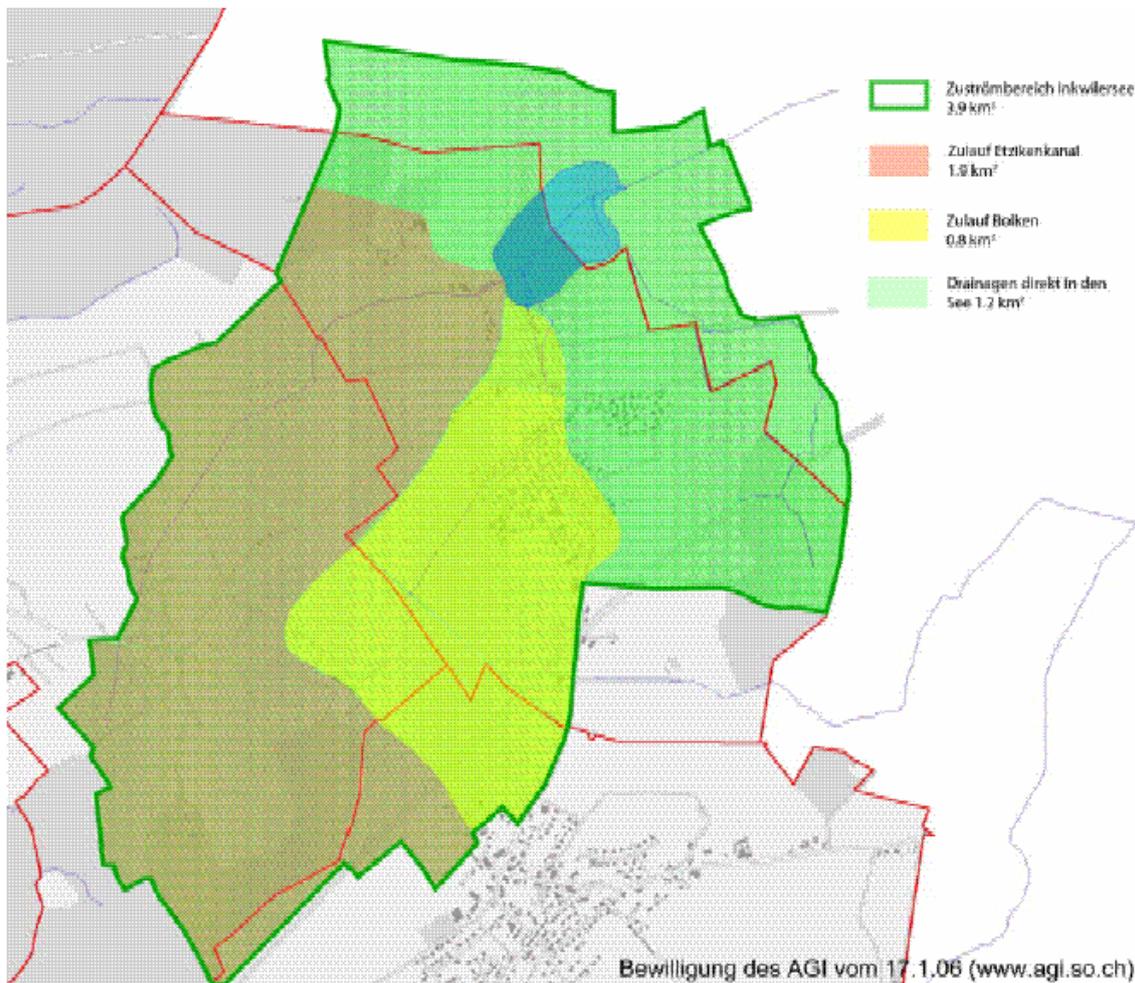


Abb. 6 Einzugsgebiet des Inkwilersee (350 ha)

2. Sanierungsziel

Zur Herleitung des Sanierungsziels zeigt die natürliche resp. aktuelle Verlandungsrate auf, welchen Einflüssen der See durch die Intensivierung der Nutzungen ausgesetzt ist. Es lässt sich belegen, dass die heutige Verlandungsrate 10 - 30 Mal (10 - 30 mm pro Jahr) höher ist als sie natürlicherweise (1 mm pro Jahr) wäre.

Das Sanierungsziel wird unter Berücksichtigung der heute existierenden Nutzungen festgelegt. Insbesondere soll die landwirtschaftliche Bewirtschaftung im Seeinzugsgebiet möglich bleiben. Die Einleitung von unverschmutztem Meteorwasser und Brunnenüberläufen in den See sowie die Einspeisung von Regenentlastungen aus der Mischwasserkanalisation bleiben vorläufig gewährleistet.

Das Sanierungsziel lautet demnach:

Die Verlandungsrate minimieren und damit die Lebensdauer des Inkwilersees maximieren sowie die standortheimische Flora und Fauna mit ihren besonders zu schützenden Arten erhalten und fördern.

Zur Erreichung des Sanierungsziels sollten deshalb folgende Teilziele angestrebt werden:

- Vergrößerung des Seevolumens und damit Erhöhung der Lebensdauer
- Reduktion des Nährstoff- und Partikeleintrages in den Inkwilersee
- Erhöhung des Austrages von Biomasse, Nährstoffen und Partikeln aus dem See (Abfluss, Entnahme)
- Reduktion der Verbuschung und Verwaldung in der Verlandungszone, Förderung der Riedvegetation

Beurteilung des Sanierungszieles

Aus Sicht des Gewässerschutzes kann der Inkwilersee mit dem vorgestellten Sanierungsziel vor nachteiligen Einwirkungen geschützt und den ökologischen Zielen für Gewässer Rechnung getragen werden. Bei den geplanten Massnahmen werden die natürlichen Gegebenheiten des Gewässers und seinem Zuströmbereich berücksichtigt, wie dies in der Gewässerschutzverordnung verlangt wird. Die Verlandung eines Sees ist ein natürlicher Prozess und ohne periodische Unterhaltmassnahmen wird die Verlandung stets die Existenz des Sees bedrohen. Eine natürliche Verlandungsrate von 1 mm pro Jahr ist unter den heutigen Bedingungen nicht realistisch. Die nahezu natürliche Situation vor dem Jahr 1700 ohne Siedlungsentwässerung, ohne Seeregulierung, ohne oberflächliche resp. kanalisierte Zu- und Abflüsse, mit minimalster landwirtschaftlicher Nutzung und ohne Drainagesystem kann nicht wieder hergestellt werden.

Mit der konsequenten Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen können folgende Nutzungen längerfristig aufrecht erhalten werden:

- Die Gewässerqualität wird verbessert, so dass die Nutzung des Sees als **Fischerei- und Badegewässer** weiterhin möglich bleibt. Sporadische wetterbedingte Fischsterben können nach wie vor auftreten.
- Der Inkwilersee als **Landschaftselement** und **Lebensraum** für Pflanzen und Tiere (Fische, Brut- und Zugvögel, Biber) wird in seiner heutigen Ausdehnung langfristig erhalten.
- Der Inkwilersee und seine unmittelbare Umgebung ist ein herausragender und kantonale bedeutender **Libellenlebensraum** mit einer einmaligen Artenvielfalt. Er ist als solcher zu erhalten, was offene Wasserflächen und Flachufer mit natürlicher Verlandungsvegetation bedingt.
- Die Nutzung als **Erholungsraum** bleibt gewährleistet.
- Das Umland kann weiterhin **landwirtschaftlich** genutzt werden. Eine partielle Extensivierung der Landwirtschaft ist jedoch nicht nur aus Sicht des Gewässerschutzes sinnvoll. Eine den Böden angepasste Nutzung ist aus verschiedenen Gründen zu empfehlen.
- Archäologische Fundstellen verbleiben durch die Erhaltung des Sees und unter Beibehaltung des heutigen Grundwasserspiegels weiterhin im Wasser und sind dadurch geschützt.

3. Konzept

Die Basis für das vorliegende Sanierungskonzept bilden neben den gesetzlichen Grundlagen wie dem eidg. Gewässerschutzgesetz auch Studien, Berichte und Stellungnahmen von Fachleuten sowie Protokolle aus der seit den 1960er Jahren bestehenden Arbeitsgruppe zur Sanierung des Inkwilersees. Viele Erkenntnisse zu Verlandung, Sauerstoffmangel, Fischsterben, Gewässerqualität, Siedlungsentwässerung und Landwirtschaft konnten erst dank Versuchen und Messungen gewonnen werden.

Nachfolgend sollen die von der überkantonalen Arbeitsgruppe und externen Fachleuten vorgeschlagenen und breit abgestützten Massnahmen beschrieben und deren Umsetzung und Kosten aufgezeigt werden. Diese Massnahmen verbessern die Wasserqualität und dienen dem seegeprägten Lebensraum für die vielfältigsten Bedürfnisse von Pflanzen und Tieren. Begleitmassnahmen, die bereits in der Realisation stehen, werden in diesem Konzept ebenfalls vorgestellt. Von all diesen Massnahmen profitieren auch die beiden Zuflüsse und der Abfluss in die Aare. Einen raschen Überblick vermittelt die Massnahmentabelle im Anhang 8.2.

Der Status als UNESCO-Welterbe, das kantonale Naturreservat, das kantonale Vorranggebiet Natur und Landschaft (Richtplan 2000), das Notfallkonzept bei Sauerstoffmangel, die Verlegung des Bootshafens und weitere Aktivitäten werden ebenfalls kurz beschrieben. Zukünftige Nutzungsziele am See sollten innerhalb der Schutzziele des kantonalen Naturreservats definiert und in einem Seevertrag festgehalten werden.

Gesamtkosten

Da noch nicht alle Massnahmen bis zur Stufe Vorprojekt entwickelt werden konnten, sind die folgenden Kosten vorerst abgeschätzt:

Die **Sedimententnahme im Uferbereich** (Hauptmassnahme 1) wird gemäss Richtofferten insgesamt Fr. 400'000.-- bis 600'000.-- kosten. Eine erste Etappe soll im Jahr 2012 und eine zweite im Jahr 2014 ausgeführt werden. Anschliessend an die Entnahme wird das Material abgetrocknet und landwirtschaftlich weiterverwendet. Somit entstehen 2012 - 2015 durchschnittlich Kosten von Fr. 100'000.-- bis 150'000.-- pro Jahr.

Der Bau der **Tiefenwasserableitung** (Hauptmassnahme 2) wird ungefähr Fr. 100'000.-- erfordern und soll im Jahr 2015 realisiert werden.

Die **Optimierung der beiden Rückhaltebecken** (Hauptmassnahme 3) wird pro Jahr ungefähr Fr. 6'000.-- kosten, das heisst für die Beurteilungsphase von 2011 - 2015 somit Fr. 30'000.--.

Im Kanton Solothurn wurde der nötige Kredit beim kantonalen Wasserbauplan für die Realisierung 2011 - 2014 angefordert. Ein Vorschlag zur Aufteilung der Kosten ist im Anhang 8.2 zu finden. Das Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern hat im Februar 2011 das Konzept mit allen Massnahmen gutgeheissen und einen Betrag in der Höhe von Fr. 300'000.-- in Aussicht gestellt. Unterdessen hat die Regierung des Kantons Bern der Teilfinanzierung grundsätzlich zugestimmt, die Kredite aber noch nicht bewilligt.

Die Begleitmassnahmen 4 - 8 werden anderweitig finanziert und hier deshalb nicht veranschlagt.

Zeitplan für die Umsetzung der Massnahmen

Nachfolgend die wichtigsten Termine für die beiden Hauptmassnahmen:

Nov 2010	Vernehmlassung in den Kantonen Bern / Solothurn
Anfang 2011	Grundsatzentscheid durch beide Kantone für eine Sanierung gemäss Sanierungskonzept vom Oktober 2010
Sept - Dez 2012	Sedimente absaugen (1. Etappe) und Material verwenden
Sept - Dez 2014	Sedimente absaugen (2. Etappe) und Material verwenden
Sept - Okt 2015	Tiefenwasserableitung TWA realisieren
ab 2016	Erfolgskontrollen und Überwachung des Sees

Vorgehen

Das vorliegende Massnahmenkonzept bildet die Grundlage für Unterstützungsgesuche bei entsprechenden Institutionen (z.B. Fonds Landschaft Schweiz) und dient den Kantonen als Entscheidungshilfe für die weiteren Schritte.

Verfahren

Da es sich bei den drei Hauptmassnahmen um Unterhaltsarbeiten handelt, wird auf ein kantonales Nutzungsplanverfahren verzichtet. Die Arbeiten werden mit den notwendigen Bewilligungen an Dritte vergeben. Im Rahmen des Globalbudgets 2011 - 2014 wurden die nötigen Mittel im Kanton Solothurn beantragt. Zurzeit geht die Projektleitung davon aus, dass in beiden Kantonen noch je ein Regierungsratsbeschluss für das Konzept und die bevorstehenden Aufträge nötig ist.

Projektorganisation

Die Projektorganisation zur Realisierung der Hauptmassnahme 1 (Absaugung) und Hauptmassnahme 2 (Tiefenwasserableitung) wird mit externer Unterstützung realisiert. Die Hauptmassnahme 3 (Optimierung der beiden Rückhaltebecken beim Hauptzufluss) wird durch die Fachstelle Wasserbau des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn begleitet.

4. Sanierungsmassnahmen

Nachfolgend werden die vorgesehenen Massnahmen ausführlich beschrieben. Alle Sanierungsmassnahmen sind auf die übergeordneten Ziele ausgerichtet,

- den Inkwilensee in seiner Funktion als Lebensraum für Pflanzen und Tiere zu erhalten,
- die Wasserqualität zu verbessern,
- den Eintrag von Nährstoffen und Feinmaterial zu reduzieren,
- die standortheimische Flora und Fauna, insbesondere die gefährdeten Arten zu erhalten und zu fördern.

Gegliedert sind diese in Hauptmassnahmen 1 - 3 und in begleitende Massnahmen 4 - 8, die bereits mehrheitlich in Realisierung stehen. Die Reihenfolge 1 - 3 entspricht der Dringlichkeit der Massnahmen.

4.1. Hauptmassnahmen 1 - 3

4.1.1 Massnahme 1 - Sedimente aus dem See entfernen

Kurzbeschreibung

Im Uferbereich des Sees schreitet die Verlandung sehr schnell voran. Hier sollen Sedimente und organische Ablagerungen in Etappen und unter grösstmöglicher Schonung der Flora und Fauna entfernt werden. Mit der Entnahme von Material aus dem See kann dieser Verlandungsprozess unterbrochen und die Fläche des Sees in der heutigen Ausdehnung auf längere Sicht erhalten werden. In der ufernahen Zone wird ein 15 m breiter und 1 m tiefer Sedimentkörper mit vorwiegend organischem Material abgesaugt. Dies entspricht einem Materialvolumen von maximal 15'000 m³ in nassem und maximal 9'000 m³ (6'000 t) in abgetrocknetem Zustand. Das entfernte Material soll abgetrocknet und umweltschonend weiterverwendet werden. Das beauftragte Fachlabor SOL CONSEIL aus Changins, Nyon hat 25 Proben aus dem Uferbereich gezogen und fünf homogene Mischproben analysiert. Zur Verbesserung der Bodenstruktur wird die Ausbringung auf Landwirtschaftsflächen empfohlen. Der Bericht vom 19. August 2010 findet sich im Anhang 8.5.

Rahmenbedingungen

- a) Die vorliegenden Massnahmen tragen dem Zweckartikel des eidgenössischen Gewässerschutzgesetzes (GSchG, Art. 1) Rechnung.
- b) Seerosengesellschaften (sowie Stillwasser-Röhricht, Landschilf-Röhricht, Grossseggenried und Erlen-Bruchwald) sind nach Anhang 1 NHV (SR 451.1) schützenswerte Lebensraumtypen. Ein technischer Eingriff, der schützenswerte Biotope beeinträchtigen kann, darf nur bewilligt werden, sofern er standortgebunden ist und einem überwiegenden Bedürfnis entspricht. Wer einen Eingriff vornimmt oder verursacht, ist zu bestmöglichen Schutz-, Wiederherstellungs- oder sonst angemessenen Ersatzmassnahmen zu verpflichten (Art. 14 NHV).

- c) Im Rahmen der Evaluation von Massnahmen sind die Kantonsarchäologen beider Kantone kontaktiert worden, um die Sanierungsmassnahmen zu begleiten. Für die Sedimententnahme im Uferbereich ist es nötig, archäologische Fundverdachtsstellen auszuschliessen. Aufgrund von Verlandungsprozessen ist im Bereich bis einem Meter Tiefe wenig bis kein archäologisches Material zu erwarten. Trotzdem sind seit 2008 Sondierungen im Gang.
- d) Berücksichtigung von baulichen Gegebenheiten im Uferbereich wie Fischplätze, Bootsunterstand, Badestellen, befestigte Uferstellen, Zuflüsse, Drainageleitungen, Durchlässe und Uferwege.
- e) Berücksichtigung des kantonalen Naturreservats sowie sämtliche naturschützerischen Auflagen und gesetzlichen Bestimmungen. Insbesondere ist die Sedimententnahme auf artspezifische Bedürfnisse von Pflanzen und Tieren abzustimmen. Entsprechend ist bei der Sedimententnahme eine Terrassierung im Uferbereich anzustreben. Die Entnahme der Sedimente soll in zwei Etappen erfolgen, d.h. Herbst 2012 und 2014. Die Arbeiten sollen in einem Zeitfenster vom September bis Dezember ausgeführt werden. Die Wassertemperatur an der Oberfläche muss mindestens 10°C betragen. Für Flora und Fauna, insbesondere für gefährdete Arten, sollen in Zusammenarbeit mit dem Amt für Raumplanung des Kantons Solothurn, Abteilung Natur und Landschaft, vorgängig Schonbereiche ausgeschieden werden. Ein Abstand von 2 m vom Röhricht ist überall einzuhalten.
- f) Bereitschaft der Landwirte, das abgesaugte und stichfeste Material auf ihren Feldern und Böden auszubringen. Der organische Anteil ist hoch, der Nährstoffgehalt jedoch geringer als bei Kompostmaterial und Schwermetalleanteile sind deutlich unter den massgebenden Grenzwerten.

Ziel / Wirkung

Die Absaugung von Sedimenten hat zur Folge, dass das Seevolumen resp. der Wasserkörper vergrössert wird und dass die heutige Uferlinie und somit die See- fläche erhalten werden kann. Die Uferlinie wurde insbesondere seit der Seeabsenkung 1961 (50 cm Absenkung) verändert und die horizontale Verlandung im Uferbereich betrug in den letzten Jahrzehnten 2 - 6 m. Mit einer Materialentnahme kann der Verlandungsprozess sofort unterbrochen werden. Deshalb ist dieser Eingriff als vordringlich einzustufen. Da auch im Mündungsbereich der Zuflüsse und der Drainagen Sedimente entfernt werden, verbessert sich die Leistung des Drainagesystems und dem See fliesst wieder mehr Wasser zu. Das Seewasser wird dadurch schneller umgewälzt, was eine Verbesserung der Wasserqualität bewirkt. Die effektivere Drainageleistung dient sowohl der landwirtschaftlichen Nutzung als auch der Siedlungsentwässerung (Regenentlastung). Ökologisch wertvolle Flächen im Umfeld des Sees sollen erhalten bleiben.

Detailbeschreibung

Im Herbst 2012 soll ein Saugbaggerunternehmen Sedimente in einem 15 m breiten und 1 m tiefen ufernahen Bereich absaugen. Dieses Material wird in Filtersäcken von ca. 80 - 300 m³ Volumen abgetrocknet. Das abgesaugte Material trocknet sehr rasch ab und ist nach kurzer Zeit stichfest und weiterverwendbar. Ausgehend von einem Maximalvolumen von 15'000 m³ resp. einer Entnahmetiefe von einem Meter und einer weiterhin verhältnismässig konstanten Verlandungsrate von 10 - 30 mm pro Jahr wird diese Massnahme somit in 33 - 100 Jahren erneut nötig sein.



Abb. 7 Absaugmaschine schwimmend

In der ersten Etappe sollen die Deltabereiche sämtlicher Zuflüsse inkl. Drainagemündungen abgesaugt werden. In der zweiten Etappe wird Material aus den übrigen Bereichen ausser den von den Naturschutzverantwortlichen beider Kantone ausgeschiedenen Schonbereiche entnommen.

Gewässerschutz

Die Entnahme von Material im Bereich der Drainagemündungen wird die Leistung des ganzen Drainagesystems verbessern und dazu beitragen, dass mehr Wasser in den See fließt. Die Aufenthaltszeit im See wird somit kürzer, was sich auf die Wasserqualität positiv auswirkt. Im Zusammenwirken mit den anderen Massnahmen und insbesondere der Verbesserung des Abflusses von Schwebeteilchen durch die Tiefenwasserableitung TWA kann die Wasserqualität insgesamt verbessert werden.

Im Uferbereich wird seit Jahrzehnten intensiv gefischt. Beim Absaugversuch im Oktober 2009 wurden deshalb viele Nylonfäden mit Bleikügelchen aus dem See gefördert. Die Sedimententnahme im Uferbereich, welche gleichzeitig Verunreinigungen wie Fahrräder, Plastik, Büchsen, Fischereitensilien und anderen Unrat beseitigt, hat zusätzlich positive Auswirkungen auf das Seeökosystem. Diese Materialien werden vor der Einleitung in die Filtersäcke abgetrennt und separat entsorgt.

Naturschutz

Im Uferbereich des Inkwilensees sind 38 Libellenarten heimisch (siehe Anhang 8.1.), welche durch ein unvorsichtiges Vorgehen beim Absaugen bedroht wären. Es empfiehlt sich deshalb ein etappiertes Vorgehen. Viele Arten besiedeln im Larvenstadium den ufernahen Schlick und benötigen bis zu zwei Jahren für ihre Entwicklung zur Libelle. Um die Eiablage der Libellen zu ermöglichen, sind bei der Absaugung Flachufer auszubilden. Die Ausbildung von Flachufere kann mit einer Terrassenbildung im Uferbereich erreicht werden, indem das Sediment hier auf einer Breite von 1 - 2 m nur 50 cm tief abgesaugt wird.

Für den Schutz der Libellenlarven werden folgende Vorkehrungen getroffen:

- Etappierung der Absaugung in den Jahren 2012 und 2014
- Ausscheidung von Schongebieten
- Mindestabstand zum Röhricht von 2 m
- Terrassierung des unmittelbar an den Röhricht grenzenden Bereichs

See- und Teichrosen werden im 15 Meter breiten Entnahmebereich entfernt. Ihr Bestand ist nicht bedroht, da ausserhalb dieses Streifens noch grosse Bestände unbeeinflusst bleiben. Eine Etappierung der Absaugmassnahme fördert auch eine raschere Wiederbesiedlung. Beide Arten sind häufig, so dass keine besonderen Massnahmen nötig sind. Einer Wiederbesiedlung des Uferbereichs steht nach der Entnahme der Sedimente nichts im Wege, so dass sie rasch erfolgen kann.

Es gibt beim Seeauslauf und auf der Südseite des Sees gute Teichmuschel-Populationen. Technische Möglichkeiten zum Schutz der Teichmuscheln sind mit dem Auftragnehmer zu erarbeiten. Allenfalls ist eine Bergung vor der Sedimententnahme nötig.

Der zeitliche Ablauf der Absaugprozesse nimmt Rücksicht auf die Brutvögel und Amphibien, d.h. von Anfang März bis Mitte August werden Störungen der Verlandungszone, insbesondere im Bereich des Röhrichts vermieden.

Archäologie

Erste Tauchgänge im Zusammenhang mit der Evaluation der Sedimententnahme fanden im Sommer 2007 statt. Dabei ist man auf etliche wichtige Fundgegenstände aus der Bronzezeit gestossen. In der Zwischenzeit (2008 / 2009) wurden rund um den See kleinere Bohrungen vorgenommen. Beim Absaugversuch im Oktober 2009 fand man keine archäologischen Gegenstände. Im November und Dezember 2010 wurden im Auftrag der Erziehungsdirektion des Kantons Bern weitere Untersuchungen im Inkwilensee (Tauchsondierungen) durchgeführt, die gezeigt haben, dass keine weiteren Massnahmen nötig sind.

Bodenschutz und Erosion

Im Einzugsgebiet des Inkwilensees findet man viele verschiedene Bodentypen. Im Uferbereich herrschen organische und torfreiche Böden vor. Durch die ackerbauliche Bewirtschaftung, die Entwässerungen im Zuströmbereich und der Absenkung des Seespiegels hat sich der Boden mineralisiert. Dabei wird die organische Bodensubstanz abgebaut. Bei der Trockenlegung im Jahr 1961 durch Niveauabsenkung von 50 cm wurden 60 ha besser bewirtschaftbar. Beim Umbrechen des Bodens steht nun hie und da die unerwünschte Seekreide an. Eine Anreicherung dieses Bodens mit teilweise organischem Absaugmaterial bewirkt eine Verbesserung der Bodenstruktur. Dies vermindert die innere Erosion, die einerseits ein Verlust an Bodensubstrat bedeutet und andererseits unerwünschte Nährstoffe und Feinmaterial in den See einträgt.

Stand der Umsetzung

Bisherige Laboruntersuchungen von Sedimentproben aus den Jahren 2005, 2009 und 2010 haben keine Überschreitungen von VBBö- und ChemRRV-Werten, die zum Schutz von Boden und Gewässer festgelegt wurden, ergeben.

Das Boden-Fachlabor SOL CONSEIL, welches sich schwerpunktmässig mit Landwirtschaftsböden befasst, prüfte fünf Sedimentproben (insgesamt 25 Einzelproben) bezüglich Nährstoffen, Schwermetallen und einer allfälligen Wiederverwendung. Der Bericht vom 19. August 2010 empfiehlt die Verwendung im Landwirtschaftsgebiet und weist darauf hin, dass bei einer Gesamtmenge von 15'000 m³ wasser-gesättigtem resp. 9'000 m³ abgetrocknetem Aushubmaterial folgende Frachten zu erwarten sind:

- 600 t organisches Material
- 22 t Gesamtstickstoff (N_{tot})
- 5 t Phosphor (P₂O₅)
- 2,3 t Kalium (K₂O)
- 10 t Magnesium (Mg)

Eine Applikation von sechs Tonnen organischer Materie pro Hektare alle drei Jahre entspricht normalerweise einer Verbesserung des Bodens. Auf dieser Basis würde eine Fläche von 100 Hektaren genügen, um das gesamte Absaugmaterial aufzunehmen. Die Auflagehöhe beträgt bei dieser Berechnung 1,5 cm. Im Zuströmbereich des Inkwilersees befindet sich ca. 200 ha Landwirtschaftsland. Mit einer benötigten Fläche von je 50 ha im Winterhalbjahr 2012/13 und 2014/15 wäre die Ausbringung in unmittelbarer Nähe sinnvoll. Mit einer angenommenen Menge von 12 Tonnen pro Hektare liegen die Nährstofffrachten ca. 50 % unter den von den Kompostrichtlinien vorgeschlagenen maximalen Mengen.

Bei Kompost sind die Nährstoffgehalte deutlich höher:

- 60 t Gesamtstickstoff (N_{tot})
- 25 t Phosphor (P₂O₅)
- 50 t Kalium (K₂O)
- 30 t Magnesium (Mg)

Gemäss den Empfehlungen von SOL CONSEIL ist eine Applikation des abgesaugten Materials auf den meisten Bodentypen möglich. Böden mit wenig organischem Anteil würden am meisten profitieren. Ausser intakte organische (moorig) Böden eignen sich somit alle Böden im Einzugsgebiet des Inkwilersees. Nach einem positiven Grundsatzentscheid zum vorliegenden Konzept wurden die Landwirte eingehend über die Möglichkeit einer Ausbringung orientiert. Das Absaugmaterial kann oberflächlich eingearbeitet werden. Einer Ausbringung im Winter bei leicht gefrorenem Boden (Kompostrichtlinie) kann unter Vorbehalt zugestimmt werden.

Die Nährstoffbilanzen der Landwirtschaftsbetriebe sind mit den entsprechenden Dosierungen zu ergänzen. Bei solch geringen Nährstofffrachten ist von keiner Überdüngung auszugehen. Gemäss Kompostrichtlinie sind 100 Prozent des Phosphors (auf 3 Jahre verteilt) und 10 Prozent des Gesamtstickstoffs in die Nährstoffbilanz des Landwirtschaftsbetriebs zu übernehmen. Zum Ausbringen des Materials werden die in der landwirtschaftlichen Praxis üblichen Tellerverteilmaschinen empfohlen.

Verunreinigungen des Absaugmaterials mit Unkräutern und Pathogenen sind gemäss den beteiligten Gewässerschutzämtern nicht zu erwarten. Das Absaugmaterial wird vorher von gröberen organischen Teilen gesäubert.

Kostenschätzung

Drei Richtofferten sind eingeholt worden und bewegen sich im Bereich von Fr. 400'000.-- bis 600'000.-- für die Absaugung und Abtrocknung des Materials. Um das getrocknete Sediment auf die Landwirtschaftsböden auszubringen, bedarf es zusätzlicher Mittel.

Termine

Die zeitliche Abwicklung der Absaugmassnahme ist mit der Fertigstellung des Dägenmoosbachs (Renaturierung 2004 - 2011) und der Erarbeitung und Umsetzung der Drainageprojekte zu koordinieren (2009 - 2012). Die erste Absaugetappe soll im Zeitraum September bis Dezember 2012 und die zweite Etappe zwei Jahre später ausgeführt werden.

Erfolgskontrolle

Die Materialentnahme der zweiten Etappe endet im Winter 2014. Die Erfolgskontrolle soll sich an der Wirksamkeit orientieren und die Morphologie des Seebeckens hinsichtlich der Verlandungsgeschwindigkeit überwachen. Mit der Messung von Sedimentgrenzen kann auf die Verlandungsgeschwindigkeit geschlossen und somit auch abgeschätzt werden, wie häufig diese Unterhaltmassnahme wiederholt werden muss. Die Messungen sind methodisch analog bisheriger Tiefenmessungen im Inkwilersee zu erstellen.

4.1.2 Massnahme 2 - Tiefenwasserableitung (TWA)

Kurzbeschreibung

Das schwimmende organische Feinmaterial und das sauerstoffarme Seewasser aus tieferen Wasserschichten soll mittels selbstregulierender Heberleitung dosiert in den Seebach und weiter in die Aare abgeführt werden. Damit vergrössert sich der Wasserkörper des Sees langsam aber stetig, was zu einer besseren Wasserqualität führt. Dabei wird die Masse der organischen Schwebeteilchen, die bei ihrer Zersetzung Sauerstoff benötigen, deutlich reduziert. Das Risiko, dass der See wie im Frühherbst 2009 kippt und sauerstofflos wird, verringert sich dadurch zunehmend, bleibt aber bestehen. Gleichzeitig kann insgesamt die Selbstdüngung des Sees auf ein tieferes Niveau gesenkt werden. In Abstimmung mit der Umsetzung der anderen Massnahmen soll die TWA voraussichtlich im Jahr 2015 installiert werden. Der Aufwand für Betrieb und Unterhalt soll im Rahmen des Vorprojekts genauer erarbeitet werden. Die Heberleitung funktioniert ohne maschinelle Unterstützung, so dass der Unterhaltsaufwand sehr tief bleibt.

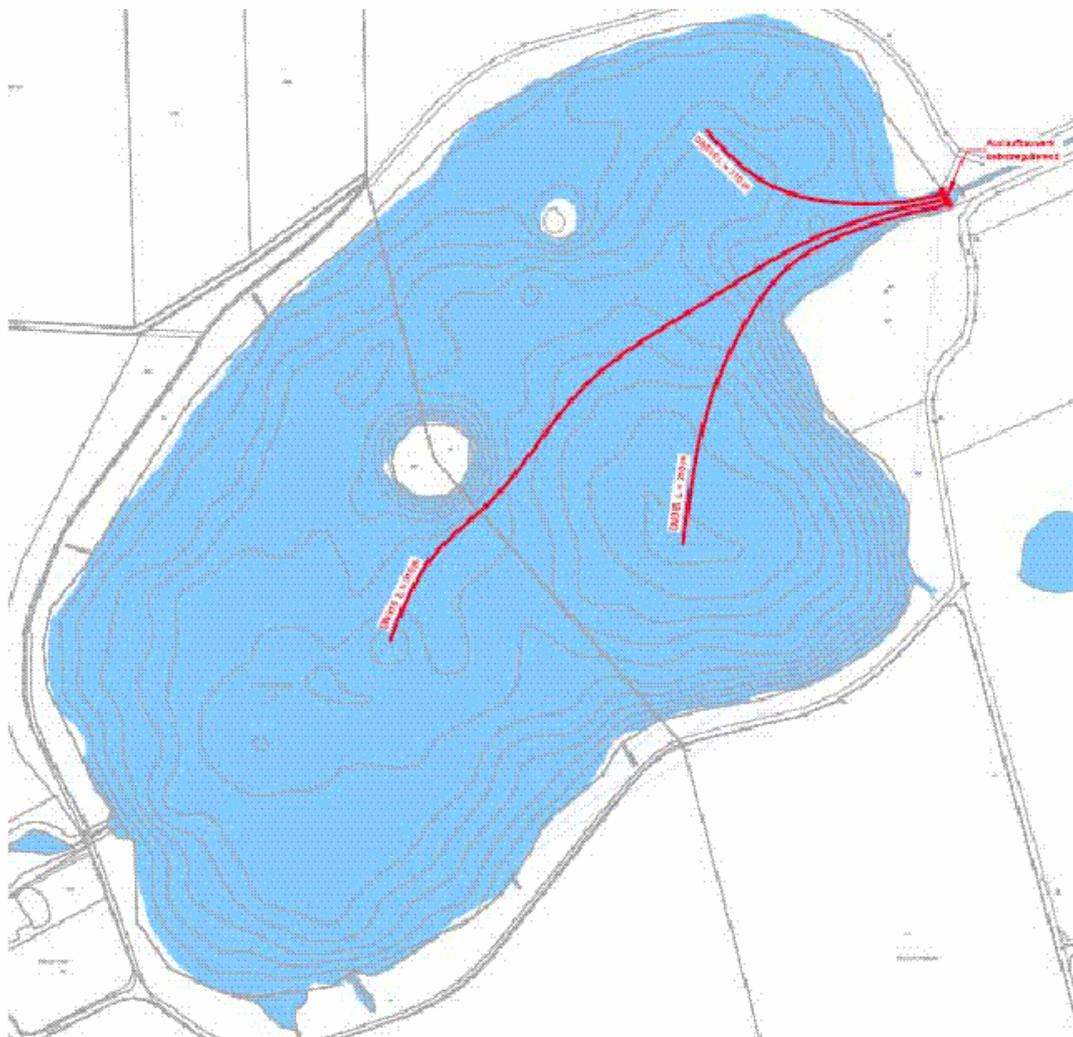


Abb. 8 Leitungen der neuen Tiefenwasserableitung TWA

Ziel / Wirkung

Die Wasserqualität wird durch das Abführen von tieferen Wasserschichten, die wenig bis kein Sauerstoff enthalten, verbessert. Reduzierende chemische Verbindungen (wie z.B. Ammonium, Sulfid) und organisches Feinmaterial werden ebenfalls abgeführt. Dadurch vergrössert sich die sauerstoffreichere Wasserschicht, so dass gesamthaft eine stabilere Sauerstoffsituation im See entsteht. Insgesamt wird durch die kontinuierliche Abführung von Feinmaterial das See- resp. Wasservolumen vergrössert. Die abführbaren organischen Feinmaterialschichten, die sich schwimmend im See befinden, haben eine Mächtigkeit von bis zu fünf Metern. Die Seefläche von zehn Hektaren mit einer angenommenen durchschnittlichen Feinmaterialmächtigkeit von einem Meter ergibt ein Volumen von 100'000 m³. Diese Menge soll über mehrere Jahre dosiert in den Seebach und weiter in die Aare abgeführt werden. Mit der Zeit wird sich somit deutlich weniger sauerstoffzehrendes Material im See befinden.

Auswirkungen auf den Seebach: Das teilweise sauerstoffarme Tiefenwasser könnte zu einer Verschlechterung der Gewässerqualität des Seebachs führen. Diese Beeinträchtigung könnte in den ersten 200 - 300 Metern zu einer Verschlammung der Sohle und damit zu einer Degradation der aquatischen Lebensräume führen. Allerdings ist die Gefahr einer Verschlechterung durch viele verschiedene seitliche Zuflüsse, Hochwasserabflüsse und durch betriebliche Vorsichtsmassnahmen gering. Es ist vorgesehen, dass die Tiefenwasserableitung bei wenig Wasserzufluss ausser Betrieb genommen wird. Die Bachsohle des Seebachs ist heute vollständig mit Holzplanken verbaut, so dass die Beeinträchtigungen als natürlich aquatischer Lebensraum bereits hoch ist. Die bestehende Tiefenwasserableitung hat bisher zu keiner Beeinträchtigung geführt.

Detailbeschreibung

Über eine Heberleitung werden aus drei modular aufgebauten Kunststoffrohren, die mit Seihern im See platziert sind, tiefere Wasserschichten über die Staumauer in den Seebach geführt. Das System funktioniert ohne mechanische Unterstützung und verändert den Wasserspiegel nicht. Die drei Leitungen können je nach Bedarf anders platziert werden, so dass mit der Zeit der ganze See eine Bearbeitung erfährt und vom organischen Feinmaterial mehrheitlich befreit werden kann.

Die vorliegende Studie der Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau in Burgdorf unter der Führung von Prof. Peter Schmocker, soll weiterentwickelt werden. Insbesondere ist der Hochwasserabfluss jederzeit zu gewährleisten und anstelle eines Grundablasses auf der Sohle ist eine integrierte Version zu prüfen. Der ehemalige Grundablass diente dazu, die Hinterfüllung der Staumauer zu verhindern. Die Funktion der Spülung soll in der neuen Tiefenwasserableitung integriert werden, so dass sich die Effizienz des Systems bei starkem Wasserzufluss noch erhöht.

Die heute in Betrieb stehende TWA lässt sich mittels abklappbarer Holzleiste ein- und ausschalten. Hierzu ist ein lokales Team verantwortlich, welches sich bezüglich Vernässung und Seesituation abspricht und anschliessend die TWA bedient. Eine solche Funktionsweise ist auch bei der neuen Konstruktion vorzusehen.

Geplante Tiefenwasserableitung (TWA)

Schema zu Pegel, Konstruktion und Standfuss (Seiher) beim Einlauf auf dem Seegrund

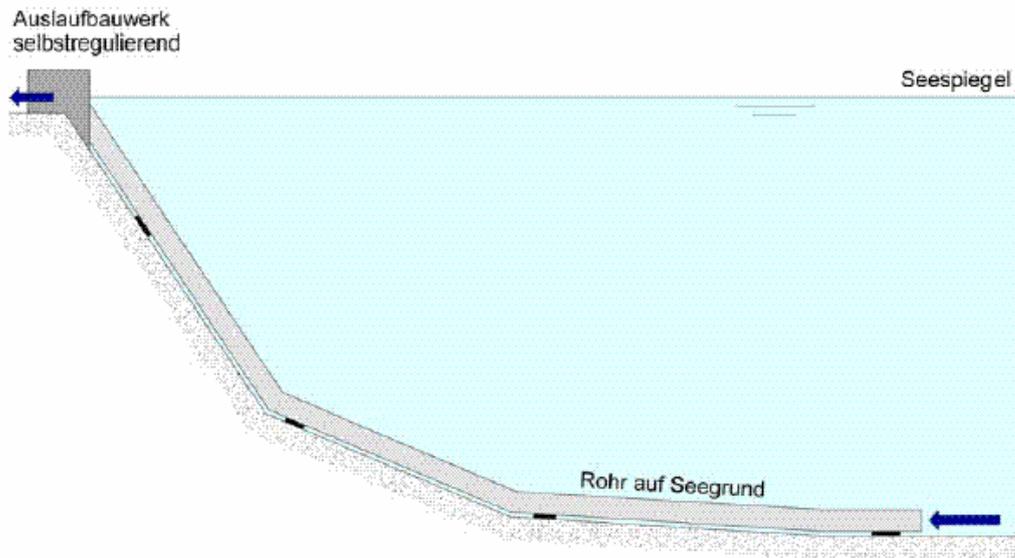


Abb. 9 Geplante Tiefenwasserableitung (TWA 2013)

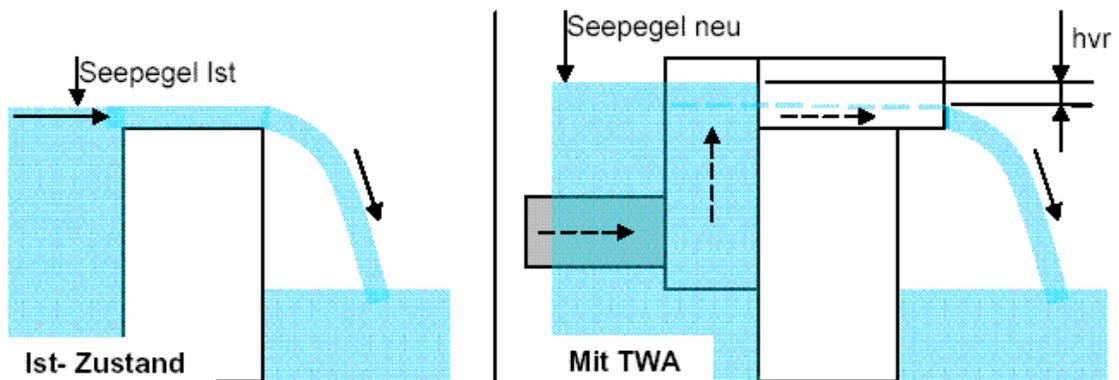


Abb. 10 Schema zur Überfallkante und der Vorrichtung bei der Staumauer

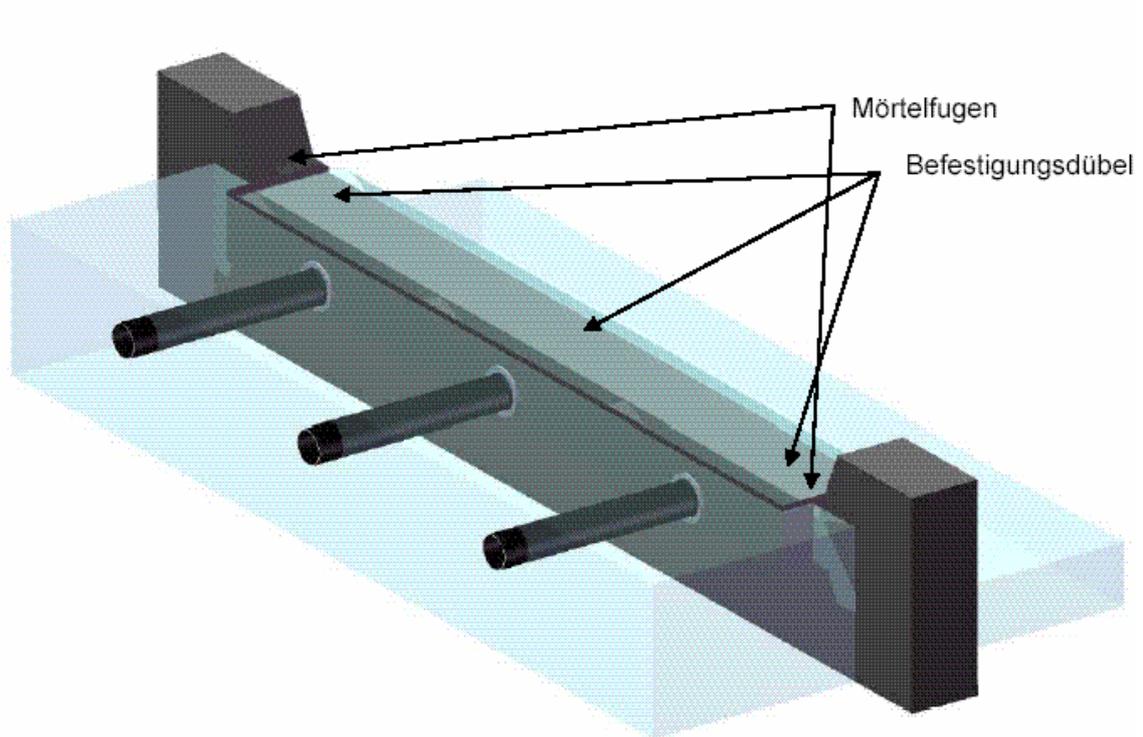


Abb. 11 Leitungssystem bei der Staumauer

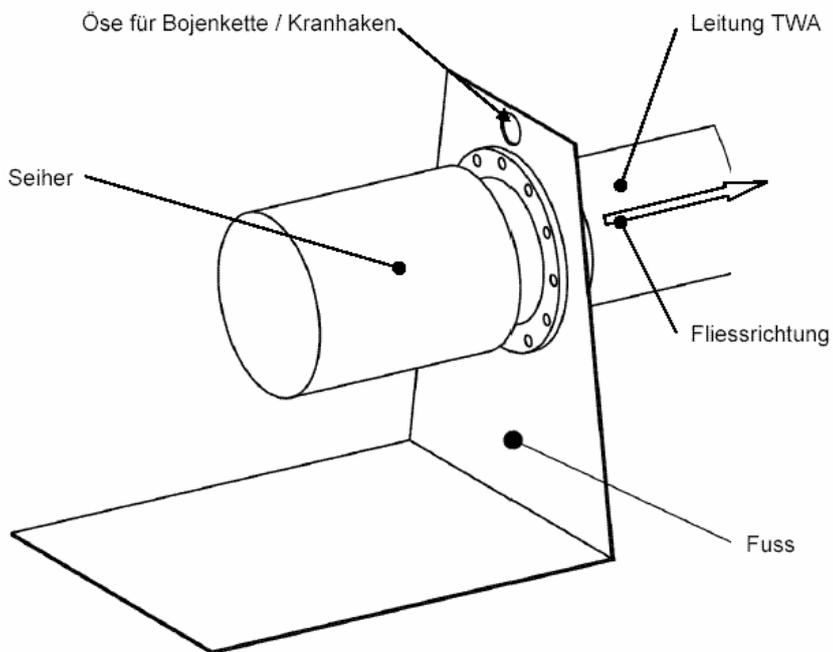


Abb. 12 Seiher / Ansaugstutzen im See

Stand der Umsetzung

Die Tiefenwasserableitung wurde als Abschlussarbeit von zwei Studenten an der Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, Fachgebiet Wasserbau, im Jahr 2009 evaluiert. Dabei wurden Simulationen und Berechnungen zur Dimensionierung der Anlage durchgeführt.

Ein weiteres Ingenieurunternehmen hat eine Überprüfung dieser Arbeiten vorgenommen und Verbesserungsvorschläge unterbreitet. Dabei wurde insbesondere auf verwendete Materialien und die Ausgestaltung des Abflussbauwerks an der bestehenden Staumauer und auf die Optimierung eines tiefer gelegenen Durchlasses eingegangen. Ein Optimierungspotenzial besteht vor allem in der Effizienz der Absaugleistung bei erhöhtem Zufluss.

Kostenschätzung

Eine erste Kostenschätzung beläuft sich auf Fr. 100'000.--. Bis die Stufe Vorprojekt erreicht ist, braucht es noch weitere Abklärungen in der Höhe von ungefähr Fr. 10'000.--.

Erfolgskontrolle

Als Erfolgskontrolle wird eine Messung der Schichtdicke von organischem Feinmaterial im See durchgeführt. Da dieses Material sich in Schwebelage befindet, ist eine Messung allerdings schwierig. Der Betrieb der TWA verlangt eine periodische Überwachung der Ableitung dieses Materials. So kann überprüft werden, ob das System effektiv arbeitet resp. ob temporär im Seebach Probleme bezüglich Wasserqualität auftauchen. Messungen von verschiedenen Gewässerparametern im Seebach (Ablagerung von allfälligem Feinmaterial, Sauerstoffverhältnisse) werden somit Teil der Umsetzung sein.

4.1.3 Massnahme 3 - Optimierung der Absetzbecken im Moosbächli

Kurzbeschreibung

Im Mündungsbereich des Moosbächlis wurden im Jahr 2004 zwei naturnah gestaltete Sedimentrückhaltebecken erbaut. Sedimente, die aus inneren Erosionsprozessen stammen und aus dem Einzugsgebiet des Moosbächlis herangeführt werden, können hier zurückgehalten werden. Weniger Partikel (Erosionsmaterial), die in den See gelangen, bedeuten auch weniger Nährstoffeintrag. Gleichzeitig dient dieser Gewässerraum bei Sauerstoffknappheit im See als Rückzugsgebiet (Refugium) für Fische. Mit einem klassischen Sandfang könnte der Eintrag von Erosionsmaterial in den See weiter reduziert werden. Vorerst soll jedoch durch Optimierung des Unterhalts versucht werden, die Effizienz dieser beiden Absetzbecken ohne technische Eingriffe zu verbessern.

Ziel / Wirkung

Verbesserung der Wasserqualität im See durch geringeren Nährstoffeintrag. Verlangsamung der Verlandung durch Mindereintrag von anorganischem Erosionsmaterial. Aufgrund der bestehenden Becken, die sich rasch füllen, kann von einem jährlichen Sedimentrückhalt von 150 - 300 m³ sandigem Material ausgegangen werden.

Detailbeschreibung

Im Rahmen der Bahn 2000 finanzierte die SBB ökologische Ausgleichsmassnahmen wie die Ausdolung des Dägenmoosbachs, die Ausbildung von naturnah gestalteten Rückhaltebecken oder die Renaturierung des Moosbächlis.

Die periodische Entleerung der relativ kleinen Becken erfolgte bisher durch die Gemeinde Bolken. Es zeigt sich aber, dass bei längeren Regenperioden oder Starkregen sich die Becken sehr rasch mit Sand füllen. Sie sollten häufiger als bisher geleert werden. Wird auf eine Entleerung zum richtigen Zeitpunkt verzichtet, gelangen die Sedimente leider trotzdem in den See. Die Entnahme von Sedimenten in einem naturnahen Rückhaltebecken gestaltet sich relativ aufwändig und teuer.

Es besteht also folgender Handlungsbedarf:

Erstens soll die Effektivität der Ablagerung von Sedimenten erhöht werden. Dies kann durch ein grösseres Volumen und somit längere Aufenthaltszeit resp. tieferen Fliessgeschwindigkeiten erreicht werden.

Zweitens soll die Entnahme des Materials vereinfacht werden. Für eine Vereinfachung der Materialentnahme könnte ein Schieber eingebaut werden, der die Wasserzufuhr aus dem Moosbächli vorübergehend stoppt.

Die bestehende Anlage soll weiterhin naturnah gestaltet bleiben, aber nach Ablauf der Testphase allenfalls mit einem technischen Bauwerk, ähnlich einem konventionellen Sandfang, ergänzt werden. Das Konzept zur Umsetzung dieser Massnahme sieht eine Vorlaufphase vor, die den Unterhalt während fünf Jahren untersucht. Durch Verbreiterung und Vertiefung der heutigen Becken kann bereits eine deutliche Verbesserung des Materialrückhalts erreicht werden. Die Entnahmehäufigkeit soll an die Regenwasserereignisse angepasst werden.

Stand der Umsetzung

Eine Beurteilung der Situation durch ein spezialisiertes Ingenieurbüro hat die Vor- und Nachteile eines technischen Bauwerks aufgezeigt (Platzbedarf, Sicherheitsaspekte etc.). Die optimale technische Ausgestaltung ist somit noch nicht bekannt. Denkbar sind auch mehrere Sandfangbauwerke.

Eine fünfjährige Probephase mit Optimierung des Unterhalts ist nach heutigem Wissensstand einer technischen Lösung vorzuziehen.

Kostenschätzung

In der Phase der Unterhaltsoptimierung (2011 - 2015) sollen Erkenntnisse gesammelt und ausgewertet werden, um den Rückhalt der Sedimente zu verbessern. Diese Unterhaltskosten während fünf Jahren dürften ungefähr Fr. 30'000.-- betragen und sind in einem Kostenteiler zu regeln. Ob anschliessend ein technisches Bauwerk nötig wird und welche Kosten daraus entstünden, bleibt somit noch offen.

Erfolgskontrolle

Durch bessere Bewirtschaftung können die Frachten aus dem Drainagesystem auch genauer abgeschätzt und zum richtigen Zeitpunkt entfernt werden. Durch Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung bspw. durch angepasste bodenschonende Bearbeitung sollten dem See zukünftig weniger Sedimente (vorwiegend Sand) aus innerer Erosion zugeführt werden. In der Probephase 2011 - 2015 sollen Kubaturen und Entnahmefrequenzen inkl. Kosten erfasst, dokumentiert und ausgewertet werden. Erst danach soll entschieden werden, ob eine zusätzliche technische Massnahme sinnvoll ist.

4.2. Begleitende Massnahmen 4 - 8

4.2.1 Massnahme 4 - Generelle Entwässerungsplanung GEP

Kurzbeschreibung

Die Gemeinden Bolken, Etziken und Inkwil sowie der Verband der ARA Wanzwil bemühen sich um Verbesserungen des Abwassersystems insbesondere bei Regenentlastungen in den Inkwilersee. Eine Optimierung der sich beeinflussenden Systeme (Trennsysteme, Mischsysteme, Regenentlastungen) soll von einer unabhängigen Stelle (Ingenieurunternehmung) überprüft werden.

Ziel / Wirkung

Ziel ist es, die GEP der Gemeinden und der Verbands-GEP Wanzwil aufeinander abzustimmen. Die Dauer von Regenentlastungen aus den Siedlungsgebieten und somit der Eintrag von häuslichem Abwasser in den See soll reduziert werden. Messungen haben gezeigt, dass gewisse Regenrückhaltebecken pro Jahr 40 Mal während mehreren Stunden entlasten und dadurch bis zu 1000 m³ häusliches Abwasser in den See transportieren. Diese Messungen sollen mit technischen Einrichtungen überwacht werden.

Zuständigkeit

Die Gemeinden als Eigentümerinnen der Anlagen (Leitungen, Rückhaltebecken, Entlastungsbauwerke) sind für Unterhalt und Optimierungen im Rahmen der GEP zuständig.

Detailbeschreibung

In der Abwasserentsorgung aus Siedlungsgebieten soll konsequent die Reduzierung von Mischsystemen und Förderung von Trennsystemen umgesetzt werden.

In Mischkanalisationen fliesst bei Regenwetter viel sauberes Regenwasser ab und überlastet das Abwassersystem. Weil die öffentlichen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) nicht soviel Wasser aufnehmen können, sind Regenentlastungen in Oberflächengewässer nötig. Via Zuflüsse (Vorfluter) gelangt dieses Mischwasser (Regenwasser zusammen mit häuslichem Abwasser) dann in den See. Insgesamt sind vier solcher Regenentlastungen aus der Mischwasserkanalisation bekannt.

Bolken und Inkwil benützen die gleiche Abwasserleitung in die ARA Wanzwil. Durch eine Optimierung der sich gegenseitig beeinflussenden Abwassermengen liesse sich womöglich die Kapazität insgesamt erhöhen. Als weitere Teilmassnahme soll der Systemwechsel von Mischsystem zu Trennsystem gefördert werden. In den letzten Jahren konnten in diesem Bereich bereits deutliche Verbesserungen erzielt werden.

Bei der vorliegenden Massnahme geht es aber darum, mögliche Verbesserungen vom Abwassersystem im ganzen Einzugsgebiet des Inkwilersees zu erkennen. Falschanschlüsse von Schmutzwasser direkt in einen Zufluss resp. in den See sind rasch zu korrigieren, d.h. aufzuheben.

Stand der Umsetzung

Die GEP wird von den Fachstellen der Kantone genehmigt. Eine Evaluation in Bezug auf eine Gesamtoptimierung kann mit den vorliegenden Unterlagen vorgenommen werden. Es sind vorläufig keine weiteren Investitionen nötig.

Sobald das vorliegende Konzept von beiden Kantonen genehmigt worden ist, soll ein spezialisiertes Ingenieurbüro in Zusammenarbeit mit den kantonalen Fachstellen eine Evaluation durchführen.

Kostenschätzung

Die Beurteilung der GEP kann aus einer internen Schätzung mit einem Beratungsmandat von Fr. 20'000.-- gedeckt werden. Über allfällige bauliche Massnahmen in den Entwässerungssystemen kann vor einer Analyse keine Auskunft gegeben werden. Bauliche Massnahmen werden grundsätzlich vom Verband resp. von den Gemeinden finanziert. Allfällige Unterstützung durch die Kantone kann erst nach Vorliegen der Beurteilung und der Verbesserungsvorschläge beantragt werden.

Erfolgskontrolle

Technische Verbesserungen im Abwassersystem der drei Gemeinden Bolken, Etziken und Inkwil werden positive Auswirkungen auf die Wasserqualität im Inkwilensee haben. Die periodischen Qualitätsmessungen im Gewässer sollen beibehalten werden. Die Rückhaltebecken (Regenentlastungen von Mischwasser) sollen mit entsprechenden Rechen zum Rückhalt von Feststoffen und mit Messeinrichtungen zur Dokumentation von Entlastungsereignissen ausgerüstet werden.

4.2.2 Massnahme 5 - Gehölzunterhalt im Ufergürtel

Kurzbeschreibung

Der Gehölzunterhalt im Ufergürtel soll innerhalb der Schutzziele des kantonalen Naturreservats so angepasst werden, dass Röhricht und Grossegggenbestände, die sehr lichtbedürftig sind, gefördert werden und gleichzeitig weniger organische Masse durch Blattfall resp. umstürzende Bäume in den See fällt. Diese Biomasse kann sich innert Jahresfrist nicht genügend abbauen und trägt viel zur raschen Verlandung des Sees bei. Zudem sollen in gezielten Aktionen Neophyten eliminiert werden. Gehölzschnittgut und Häcksel sind abzuführen und nicht in der Verlandungsvegetation zu deponieren.

Ziel / Wirkung

Unterstützung der Schutzziele des kantonalen Naturreservats, Förderung von Röhricht und Grossegggenbeständen mit gefährdeten Tier- und Pflanzenarten sowie Reduktion des Eintrags von Biomasse in den See und insbesondere in den am meisten von der Verlandung bedrohten Uferbereich. Durch die Auslichtung der Baumbestände rund um den See und Förderung von offener Riedvegetation, wie dies dem historischen Zustand entspricht, wird weniger Biomasse in den See gelangen. Durch die Reduktion von Ufergehölz gelangen auch weniger Nährstoffe in den See. Gegen die horizontale Verlandung ist dies eine kostengünstige und äusserst effiziente Massnahme. Gleichzeitig wird der Uferbereich als Habitat vielfältiger, so dass aus Sicht des Naturschutzes und der Biodiversität sich weitere positive Auswirkungen ergeben.

Zuständigkeit

Die Gemeinde Inkwil für den bernischen Kantonsteil sowie das Amt für Raumplanung, Fachstelle Naturschutz, für den solothurnischen Kantonsteil sind für den Unterhalt des Ufergürtels zuständig. Im Rahmen des Unterhaltskonzepts der Gemeinde, sind die Ufer der Zuflüsse und Abflüsse regelmässig zu bewirtschaften.

Detailbeschreibung

Die bisher unterschiedliche Bewirtschaftung des Ufergürtels beidseits der Kantons-
grenze soll in Zukunft koordiniert werden. Nach der Absenkung des Seespiegels
1961 hat durch die geringe Vernässung des Bodens eine zunehmende Verwaldung
der Verlandungszone eingesetzt. Dies hat zur Folge, dass Röhricht und Gross-
seggenbestände zunehmend verdrängt werden. Die Unterhaltsarbeiten sind
zwischen den zuständigen Stellen der Gemeinde Inkwil für den bernischen Teil
und dem Amt für Raumplanung, Abteilung Natur und Landschaft, Fachstelle
Naturschutz, des Kantons Solothurn resp. den dafür verantwortlichen Förstern zu
koordinieren.

Stand der Umsetzung

Im Winter 2008 / 09 und im Folgewinter 2009 / 10 wurden im Uferbereich in zwei
Etappen vor allem Erlen und Weiden aus dem dicht gewordenen Ufergürtel ent-
fernt. Im Herbst 2010 wurde erneut geholzt.

Seit 2008 wird Anfang November von den Gemeinden ein Naturtag organisiert.
Dabei wird das Ufergehölz von Neophyten befreit und es werden kleine Unter-
haltsmassnahmen ausgeführt: Kennzeichnen der zulässigen Fischplätze, Reinigung
von Drainagemündungen, Entfernung von schwimmender Biomasse sowie Rück-
schnitt von Weiden und Brombeeren. Die Unterhaltsarbeiten werden mit den
betroffenen Fachstellen und der Arbeitsgruppe abgesprochen.

Seither wurden deutlich mehr Bestände an seltenen Pflanzen gesichtet (Wasser-
schierling, Gelbe Schwertlilie) und es haben sich deutlich mehr Brutpaare von
Wasservögeln und uferbewohnenden Vögeln eingestellt. Auch die vielen Libellen
profitieren von der höheren Pflanzen- und Strukturvielfalt.

Kostenschätzung

Für den erwähnten Unterhalt sind jährlich ungefähr Fr. 10'000.-- zu budgetieren.
Die Holzerarbeiten werden an Landwirte mit entsprechender Ausbildung oder an
Forstunternehmen erteilt.

Ausblick

Die Holzerarbeiten sind nach Bedarf periodisch zu wiederholen. Mindestens alle
fünf Jahre soll eine Begehung mit dem Amt für Raumplanung, Abteilung Natur
und Landschaft, und den Forstverantwortlichen stattfinden. Naturtage sollen
jeweils von den zuständigen kantonalen Fachstellen begleitet werden.

Erfolgskontrolle

Überprüfung der Vorkommen von sensitiven Organismen z.B. Brutvögel, Libellen
oder Pflanzenarten der Roten Liste. Alle fünf Jahre soll eine botanische Erhebung
sowie eine Erhebung der Libellen gemacht werden. Letztmals wurden im Jahr
2007 alle Pflanzenarten inklusive Rote Listen-Arten erhoben. Die ornithologischen
Angaben werden von verschiedenen Fachleuten laufend erhoben und im Inventar
der Vogelwarte Sempach nachgeführt.

4.2.3 Massnahme 6 - Landwirtschaftliche Bewirtschaftung

Mehrjahresprogramm Natur und Landschaft MJPNL

Das Solothurner Gebiet am Inkwilensee befindet sich in einem Vorranggebiet Natur und Landschaft des Richtplans 2000. Hier bestehen bereits Vereinbarungen des MJPNL für ungedüngte Wiesen (Ansaat- und Rückführungswiesen). Von den Bewirtschaftern werden naturschützerische Leistungen erbracht, welche über die Bewirtschaftungsauflagen nach der Direktzahlungsverordnung DZV und ökologische Qualitätsverordnung des Bundes hinausgehen. Diese Leistungen werden aus dem Natur- und Heimatschutzfonds des Kantons Solothurn abgegolten. Mehrjahresprogramme und Vernetzungsprojekte können sich überlappen: Es gelten dann die Bewirtschaftungsauflagen des Mehrjahresprogramms (Stufenmodell).

Diese Massnahmen sowie eine Teilnahme an diesen Programmen sind freiwillig. Für das Mehrjahresprogramm ist das Amt für Raumplanung, Abteilung Natur und Landschaft, verantwortlich. Eine Koordination mit entsprechenden Massnahmen im Kanton Bern wird angestrebt.

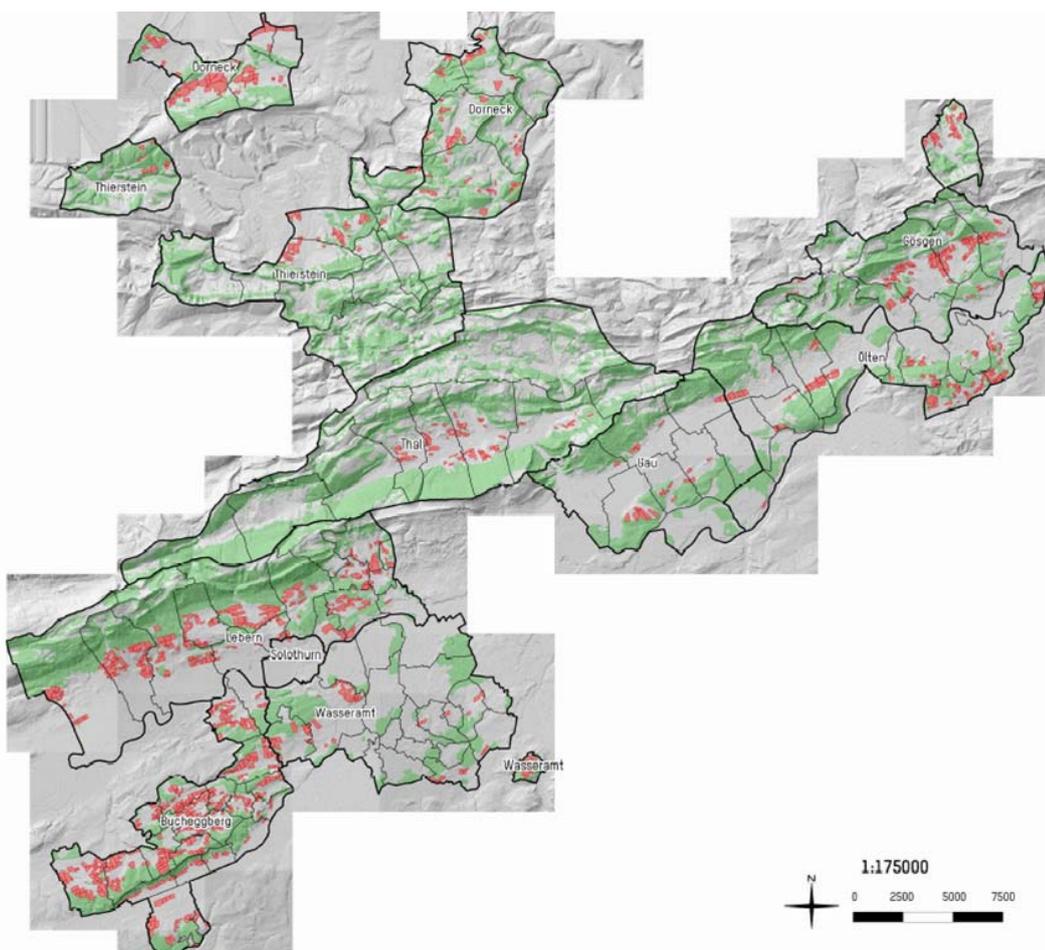


Abb. 13 Flächen im Mehrjahresprogramm

Vernetzungsprojekt Ökoqualitätsverordnung (ÖQV) 2010 - 2015

Das Vernetzungsprojekt auf der Solothurner Seite umfasst auch die landwirtschaftliche Nutzfläche der Gemeinde Bolken mit dem Massnahmegebiet Nr. 4 Inkwilersee. Hier besteht das Umsetzungsziel, die Fläche der extensiv genutzten Wiesen innerhalb von drei Jahren um 1,24 ha und innerhalb von sechs Jahren um weitere 2,24 ha zu steigern. Geschätzte Kosten der Vernetzungsbeiträge für das gesamte Projekt betragen Fr. 105'000.-- (davon 20 % Kantonsbeitrag und 80 % Bundesbeitrag) plus jährliche Vollzugskosten von ca. Fr. 20'000.--. Die Zuständigkeit wird vom Amt für Landwirtschaft des Kantons Solothurn wahrgenommen.

Ziel / Wirkung

Die Ziele eines solchen Vernetzungsprojekts werden in der Regel mittels Ziel- und Leitarten wie beispielsweise Hase oder Neuntöter definiert. Gewässer eignen sich sehr gut für Vernetzungsstrukturen. Die nicht gedüngten Flächen in unmittelbarer Nähe von Gewässern und die flächenmässig zunehmenden extensiven Nutzungen verbessern die Gewässerqualität von Grund- und Oberflächengewässer unmittelbar. Solche Flächen werden aus dem Ackerbau herausgenommen und nicht mehr gedüngt. Dadurch finden viel weniger innere und oberflächliche Erosionsvorgänge statt, die ein Gewässer und somit auch den See belasten könnten. Je mehr solche Flächen geschaffen werden, desto mehr sind die Böden und die Gewässer vor Nährstoff- und Sedimenteintrag geschützt. Es kann mit einer Reduktion der Nährstoffbelastungen gerechnet werden. Tier- und Pflanzenarten extensiver Wiesen werden gefördert.

Detailbeschreibung

Am 4. April 2001 hat der Bundesrat die Verordnung über die regionale Förderung der Qualität und der Vernetzung von ökologischen Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft (Öko-Qualitätsverordnung, ÖQV, SR 910.14) beschlossen. Mit zusätzlichen Flächenbeiträgen werden Anreize geschaffen, damit Bauern ihre ökologischen Ausgleichsflächen wie Streueflächen, extensive Wiesen, Hecken und Buntbrachen nach einem regionalen Vernetzungsprojekt anlegen und bewirtschaften. Die Initiative für ein solches Projekt und die nötige Verwaltung geschieht durch eine Trägerorganisation. Im Wasseramt und um den Inkwiler- und Burgäschisee übernehmen diese Funktion die Regionalplanungsgruppen espace SOLOTHURN (ehemals Regionalplanungsgruppe Solothurn und Umgebung RSU) und Grenchen-Büren.

Stand der Umsetzung

Nach einer Informationsveranstaltung am 6. Juli 2006 in Aeschi wurden mit Unterstützung verschiedener Organisationen mehrere Vernetzungsprojekte gestartet und von Bund und Kanton genehmigt. Mindestens sechzehn Gemeinden in der weiteren Umgebung des Inkwiler- und des Burgäschisees sind Teil solcher Vernetzungsprojekte geworden. Beide Einzugsgebiete sind vollständig solchen Fördergebieten zugeteilt. Die Massnahme basiert auf freiwilliger Teilnahme. Verminderte Erosionsprozesse und geringere Nährstoffbelastungen sind die Folge. Solche Projekte werden nach sechs Jahren evaluiert und im Normalfall um weitere sechs Jahre verlängert. Mit der flächenmässigen Erweiterung werden sich diese Faktoren noch weiter zugunsten der Oberflächengewässer entwickeln.

Im Kanton Solothurn beteiligen sich zwölf Gemeinden, deren Vernetzungsgebiet zurzeit 100 ha landwirtschaftliche Nutzfläche und 500 Bäume beinhaltet. Die ökologisch wertvollen artenreichen Wiesen betragen 92 ha. Der gesamte Projektperimeter (Vernetzungsgebiet) umfasst 2150 ha landwirtschaftliche Nutzfläche.

Es wurde festgelegt, dass in den sieben Massnahmegebieten, die insgesamt eine Fläche von 1854 ha aufweisen, verschiedene Flächenziele anzustreben sind. Diese ungedüngten Flächen liegen bei 5,9 - 12,7 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Bereits sind 3,9 - 11 Prozent erreicht. Es wird eine absolute Zunahme um 25 ha auf rund 133 ha angestrebt.

Zudem wurden ausserhalb der Massnahmegebiete ca. 30 ha ökologische Ausgleichsflächen aufgenommen, welche sich wenig sinnvoll in Siedlungsgebieten befinden. Sie sollen an den ökologisch richtigen Standort innerhalb des Massnahmegebiets verlagert werden.

Kostenschätzung

Im Rahmen der Vernetzungsprojekte beteiligen sich Bund und Kanton zu 80 resp. 20 Prozent an den Beiträgen an die Landwirte.

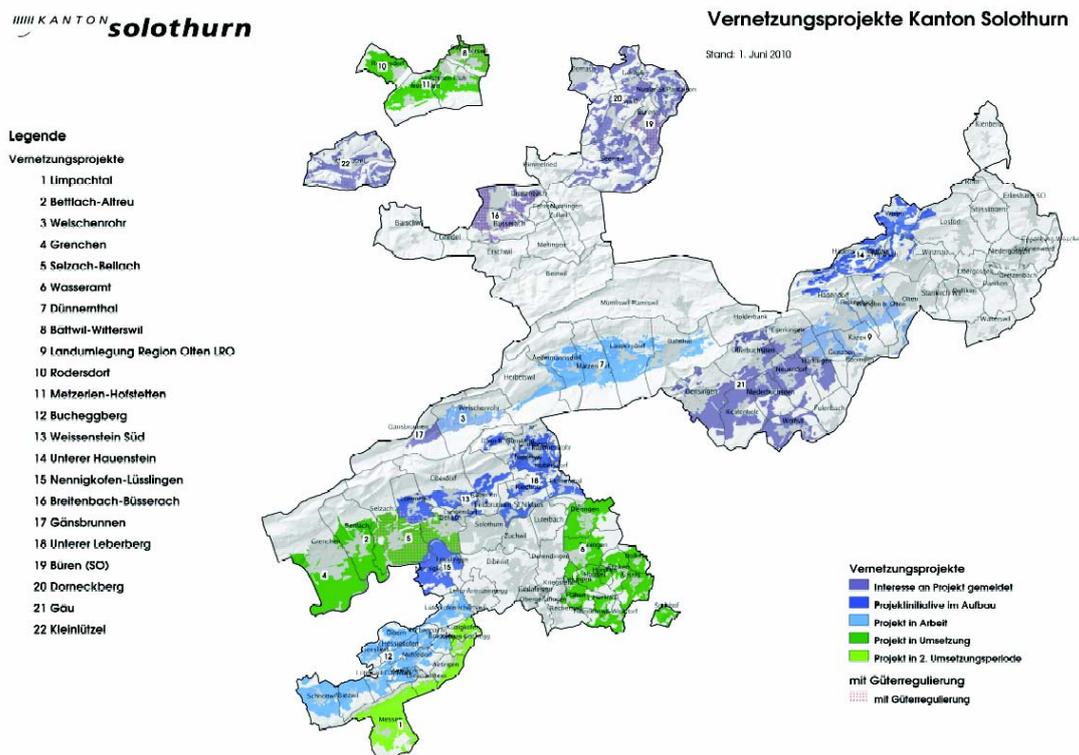


Abb. 14 Perimeter der Vernetzungsprojekte im Kanton Solothurn

4.2.4 Massnahme 7 - Bodenressourcen schützen (BORES)

Kurzbeschreibung

BORES möchte die Verbesserung und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit auf strukturschwachen resp. erosionsgefährdeten Böden im Ackerbaugebiet erreichen. Auf solchen Böden werden in Zusammenarbeit mit kantonalen Fachstellen Massnahmenpläne zur Bewirtschaftung (Form und Intensität) erarbeitet. Die Wahl der Maschinen und die Art der Bodenbearbeitung hat entscheidenden Einfluss auf die Erosionsgefährdung der Böden. Standortgerecht und schonend bearbeitete Böden sind nicht verdichtet und können mehr Wasser aufnehmen und sind somit weniger erosionsgefährdet als verdichtete Böden. Erosionen sind aus vielerlei Gründen unerwünscht und belasten den Inkwilersee mit Feinmaterial und Nährstoffen unnötig.

Ziel / Wirkung

Schonende Bearbeitung führt zu besseren Böden, guten Wasserspeicherkapazitäten und besserer Bewirtschaftung und somit erhöhter Fruchtbarkeit. Erhaltung der Bodenressourcen hat zur Folge, dass weniger Erosionsprozesse stattfinden und somit weniger Nährstoffe ins Grundwasser oder in Oberflächengewässer gelangen können.

Zuständigkeit

Das Amt für Landwirtschaft ist zuständig für die Umsetzung des Projekts BORES.

Detailbeschreibung

BORES ist ein kantonales Projekt im Rahmen des Ressourcenprogramms Art. 77a des eidgenössischen Landwirtschaftsgesetzes. Es dient dem Schutz der natürlichen Bodenressourcen. Um mit den Bewirtschaftern angepasste Bearbeitungsmassnahmen festlegen zu können, wurden Perimeter mit den strukturschwachen und erosionsgefährdeten Böden ausgeschieden. Bodenschonde können sein: Direktsaat, Streifenfrässaat, Mulchsaat, Grünstreifen, Zwischenbegrünungen oder Grubbereinsatz nach gewissen Kulturen.

Stand der Umsetzung

Im Kanton Solothurn wurden sogenannte Massnahmegebiete ausgeschieden. Die Einzugsgebiete des Inkwiler- und Aeschisees sind Teil dieses Gebietes. Die im Einzugsgebiet des Inkwilersees liegenden BORES-Flächen sind per 2010 erweitert worden.

Kostenschätzung

Bund und Kanton übernehmen die zusätzlich nötigen finanziellen Mittel. Die Unterstützungsbeiträge wurden in der Begleitkommission des Mehrjahresprogramms Landwirtschaft für die Periode von 2010 - 15 mit einem Betrag von Fr. 747'000.-- für den ganzen Kanton Solothurn genehmigt.

Erfolgskontrolle

Das Amt für Landwirtschaft des Kantons Solothurn erstellt periodisch Zustandsberichte. Darauf aufbauend können Verbesserungen in der Bewirtschaftung ins Auge gefasst werden.

Sanierungskonzept Inkwilersee



Abb. 16 Flächen des Bodenressourcen-Programms im Einzugsgebiet des Inkwilersees

4.2.5 Massnahme 8 - Drainagesystem und Einlaufschächte prüfen

Kurzbeschreibung

Die Drainagesysteme im Einzugsgebiet des Inkwilersees bestehen seit über 50 Jahren. Spätestens seit der Seeabsenkung 1961 und der damaligen Melioration ist der grösste Teil des Einzugsgebiets durch Drainagen trocken gelegt worden. Viele Einlaufschächte befinden sich in den bewirtschafteten Flächen und sind bei Düngegaben Eintrittspforten für Nährstoffflüsse direkt in den See. Die in die Jahre gekommenen Leitungen sind zu prüfen und allenfalls zu erneuern. Einlaufschächte sollen aufgehoben, markiert, verschlossen oder versetzt werden.

Ziel / Wirkung

Nährstoffeinträge über Einlaufschächte und Drainageleitungen sollen möglichst verhindert werden. Entsprechende bauliche Massnahmen im Leitungsnetz der Drainagesysteme können demzufolge einen Beitrag zur Verbesserung der Gewässerqualität leisten.

Zuständigkeit

Die Zuständigkeit liegt bei den Eigentümern der Anlagen. Im Falle von Etziken und Bolken sind das die Einwohnergemeinden und in der Gemeinde Inkwil ist es die Flurgenossenschaft Inkwil.

Detailbeschreibung

Früher wurden die Einlaufschächte im bewirtschafteten Land erstellt und stellen unter ungünstigen Bedingungen jeweils einfache Eintrittspfade für Nährstoffe direkt in den See dar. Bei Düngegaben oder beim Güllen kann das Gewässer direkt verschmutzt werden. Mit der Aufhebung, Markierung, Höherlegung oder dem Verschliessen der Schächte kann dies verhindert werden. Im Zuströmbereich des Inkwilersees sind möglicherweise mehr als zwanzig solcher Einlaufschächte zu überprüfen.

Stand der Umsetzung

Das Drainagesystem der Gemeinde Etziken wurde kürzlich mit Hilfe des Bundes überprüft und erneuert. Das Drainagesystem der Gemeinde Bolken wird zurzeit kontrolliert und sollte mit den Hauptmassnahmen zur Sanierung des Sees koordiniert werden (v.a. im Mündungsbereich). Die nötigen Kontakte zwischen dem Amt für Umwelt und den Verantwortlichen der Gemeinde Bolken sind vorhanden und werden für eine Verbesserung der Drainagesysteme zugunsten des Sees genutzt. Eigentümerin des Drainagesystems der Gemeinde Inkwil ist die Flurgenossenschaft, die bisher einige Reparaturen am Drainagesystem v.a. im Zusammenhang mit dem neuen Uferweg im Nordosten des Sees angepackt hat. Wichtig ist die Koordination beispielsweise von Spül- und Reparaturarbeiten mit der Entnahme von Sedimenten im Uferbereich.

Kostenschätzung

Die Kosten werden je nach Vorhaben durch den Bund mitfinanziert. Weitere Kosten obliegen den Eigentümern der Drainagesysteme resp. können vom Kanton unterstützt werden.

Erfolgskontrolle

Die Instandstellung der Drainagesysteme im Zuströmbereich des Sees sollten vor der Entnahme der Sedimente im Jahr 2012 (Hauptmassnahme 1) ausgeführt werden. Damit hat man die Gewähr, dass der Sedimentzufluss im Uferbereich gering gehalten und dass nicht bei Reparaturarbeiten oder Spülungen wieder Material eingetragen wird. Die Drainagesysteme sind weiterhin fachmännisch zu unterhalten.

4.3. Koordination mit anderen Tätigkeiten am See

Die vorgestellten Massnahmen sind auf andere Tätigkeiten abzustimmen. Nachfolgend werden einige Vorhaben beschrieben.

4.3.1 Rückbau und Verlegung des Bootshafens von Inkwil

Durch die Verlegung des alten Bootshafens (quadratische Plattform) wird das Schilfareal im nordöstlichen Uferbereich geschlossen und vergrössert. Die Zugänglichkeit zum neuen Bootshafen bei der Feuerstelle Inkwil ist besser und die Belastung des Naturareals wird reduziert. Am neuen Standort ist ein Bootssteg geplant, der nicht überdacht wird und 4 - 5 Boote beherbergen kann. Die Boote werden im Winter ausgewässert.



Abb. 17 Bestehende Bootsplatzform im Nordosten (Kt. Bern)

Die Arbeitsgruppe zur Sanierung des Inkwilersees unterstützt das Vorhaben und wünscht eine Verlegung des Bootshafens bis Herbst 2012, so dass die Absaugung der Ufersedimente (Hauptmassnahme 1) im Bereich des jetzigen Standorts im September 2012 wunschgemäss durchgeführt werden kann.



Abb 18 Neuer Standort im Südosten, Steg Länge x Breite, 12x10 m (Kt. Bern)

4.3.2 Drainageprojekt Gemeinde Bolken

Bolken wird ihr Drainagesystem bereits 2011 reparieren lassen. Die Spül- und Reparaturarbeiten, die möglicherweise für den See belastend sein könnten, werden somit vor dem Absaugen von Sedimenten im Uferbereich (Hauptmassnahme 1) erfolgen.

4.3.3 Drainageprojekt Gemeinde Inkwil

Aus finanziellen Gründen hat sich die Flurgenosenschaft Inkwil als Eigentümerin des Drainagesystems in der Gemeinde Inkwil bisher zurückhaltend bezüglich der Erneuerung geäußert. Zurzeit wird jedoch eine Digitalisierung der Drainageleitungen vorgenommen und es wird ein Drainageprojekt erarbeitet. Die Flurgenosenschaft wird danach das Projekt dem Kanton Bern zur Prüfung unterbreiten und gleichzeitig finanzielle Unterstützung beantragen. Eine Unterstützung durch den Kanton Bern analog den Beiträgen im Kanton Solothurn für die Drainagesysteme von Etziken und Bolken in der Höhe von 50 % würde sehr begrüßt. Mindestens Reparaturen und Spülungen der direkt in den Inkwilersee mündenden Hauptleitungen sollen im Rahmen des Sanierungskonzepts finanziell unterstützt werden.

5. Weitere Aktivitäten

Durch die intensive Nutzung des gesamten Einzugsgebiets in den letzten Jahrhunderten und damit zusammenhängend die Umwandlung von Natur- in Kulturlandschaft wurde die chemische und stoffliche Belastung des Inkwilensees deutlich erhöht. Daraus resultiert eine ständig kleiner werdende Seefläche und ein Auffüllen des Seebeckens mit organischen und mineralischen Sedimenten.

Mit den oben beschriebenen Massnahmen kann dieser Prozess verlangsamt oder sogar gestoppt werden. Entsprechende Erfolgskontrollen sollen die Entwicklung der verschiedenen Prozesse überprüfen und erlauben eine allfällige Anpassung der Randbedingungen beispielsweise bei der Dosiermenge der Tiefenwasserableitung.

5.1. Notfallkonzept bei akutem Sauerstoffmangel

Im Frühling 2010 haben die beiden Kantone ein Notfallkonzept verabschiedet, welches die Informationswege und die Sofortmassnahmen bei akutem Sauerstoffmangel festlegt. Sauerstoffmessungen und Fischbeobachtungen werden den involvierten Ämtern mitgeteilt, so dass diese die nötigen Sofortmassnahmen einleiten können. Dazu gehört die Versorgung von Refugien (Rückzugsmöglichkeiten für Fische) mit sauerstoffreichem Wasser aus Hydranten. Solche Refugien befinden sich insbesondere im Bereich der Zuflüsse resp. bei den Rückhaltebecken am Moosbächli (Etzikerkanal).

5.2. Sauerstoffmessungen

Die Fischvereinigung Inkwil hat nach dem grossen Fischsterben Ende August 2009 ein Messgerät angeschafft. Die Sauerstoffverhältnisse im See werden von den Fischern regelmässig erhoben, insbesondere in der kritischen Zeit zwischen August und Oktober. Die Daten werden dem Amt für Umwelt, Abteilung Wasser, Kanton Solothurn, übermittelt.

5.3. Uferweg

Fertigstellung des Uferwegs im Jahr 2009 und Planung der Unterhaltsmassnahmen inkl. Anbringen eines Reitverbots im Jahr 2010.

5.4. UNESCO

Die UNESCO entschied am 27. Juni 2011 die bronzezeitlichen Fundstellen in den beiden solothurn-bernischen Kleinseen auf die Liste des UNESCO-Welterbes zu setzen. Die beiden Kantonsarchäologien mit Dr. Albert Hafner (BE) und Pierre Harb (SO) sind für die Belange des Inkwilensees zuständig.

5.5. Seevertrag - gemeinsame Nutzungsziele

Der Seevertrag soll die Nutzungsziele am Inkwilersee definieren und generell die Zusammenarbeit zwischen den Vereinen, den Landwirtschaftskreisen, den Gemeinden und den Kantonen vereinfachen. Ein solcher Seevertrag ist umgehend zu erarbeiten, so dass im Frühling 2012 die Arbeitsgruppe einen Entwurf diskutieren kann.

6. Schlusswort und Dank

Die vorgeschlagenen Massnahmen verhindern die Verlandung des Inkwilersees, verbessern die Wasserqualität nachhaltig und verringern das Risiko eines sauerstofflosen Zustands. Damit verbunden besteht die Hoffnung, dass ein erneutes Fischsterben nicht wieder vorkommt.

Die Umsetzung der drei Hauptmassnahmen (Absaugung von Sedimenten im ufernahen Bereich, die Installation der Tiefenwasserableitung und die Optimierung der beiden Sediment-Rückhaltebecken am Hauptzufluss) haben hohe Priorität und sind für die Jahre 2012 - 2015 geplant. Die weiteren begleitenden Massnahmen tragen ebenfalls zu einer Gesundung des Sees bei und sind zu unterstützen.

Allen, die mit ihrem Engagement zur Gesundung des Sees beitragen, gebührt grosser Dank. Ihr Einsatz hilft, die reichhaltige Flora und Fauna zu erhalten und ermöglicht den Menschen, sich in dieser idyllischen Landschaft zu erholen.

Daniel Schrag
Projektleiter Inkwilersee
Amt für Umwelt
Abteilung Wasser
Werkhofstr. 5
4509 Solothurn
daniel.schrag@bd.so.ch
Homepage: www.afu.so.ch

7. Literatur

Al Jabaji D., 2008: Botanische Kartierung Inkwilersee 2007.

Binderheim-Bankay E. 1998: Sanierungsziel für natürlich eutrophe Kleinseen des Schweizer Mittellandes, Diss. ETH Zürich Nr. 12784.

Bonnard & Gardel, 1999: Sanierung Inkwilersee. Zustand – Entwicklung – Massnahmen. Bericht zuhanden des Kantons Solothurn, Amt für Umweltschutz, 10 pp.

Gächter R. 1970: Bericht über den gegenwärtigen Zustand des Inkwilersees, die getroffenen Sanierungsmassnahmen und die Belüftung. Dokumentation der EAWAG, Dübendorf zuhanden des (damaligen) eidg. Amtes für Gewässerschutz, Bern (Auftrag Nr. 4231).

Marrer H. 1994: Sanierung und Restauration des Inkwilersees, Auswertung des Belüftungsversuches im Jahre 1993 (Entwurf). BGF (Büro für Gewässer- und Fischereifragen) AG, Solothurn, 17 pp.

Prasuhn V., Braun M. 1994: Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer des Kantons Bern. Bericht der eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrikultur und Umwelthygiene (FAC Liebefeld), 113 pp.

Volkman H. 1996: Die Bedeutung des Schwimmblattgürtels für den Verlandungsprozess des Inkwilersees. Diplomarbeit Universität Freiburg (im Breisgau). EAWAG Dübendorf, 54 pp.

Internationale Seenfachtagung (ISF) 1998: Aktionsprogramm zu Sanierung oberschwäbischer Seen. Herausgegeben vom Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg, Stuttgart.

Inspektoratskommission der Grüngut verarbeitenden Branche der Schweiz, 2010: Schweizerische Qualitätsrichtlinie 2010 der Branche für Kompost und Gärgut

Henzmann S., 2010: Beurteilung Hydraulik. Verbesserung Zu- und Abflüsse am Inkwilersee und Neubeurteilung von Hochwassersituationen.

Friedli S., 2008, BSB + Partner: Abflussberechnungen Zuflüsse Inkwilersee Etziken, Bolken

Spahni M., Ramseier L., 2009: Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, Thesarbeit Wasserbau 2009: Der Inkwilersee – Eine Idylle in Gefahr – Tiefenwasserableitung, Ringleitung

Schwaller T., 1991: Vergleichende faunistisch-ökologische Untersuchungen an den Libellenzönosen zweier Kleinseen im schweizerischen Mittelland. Naturforschende Gesellschaft des Kantons Solothurn, Heft 35.

Amt für Umwelt Kanton Solothurn, ib 04-01, 9/2004: Gefährdungsabschätzung der inneren Erosion und der Phosphor-Auswaschung der Böden im Einzugsgebiet des Inkwilersees.

8. Anhang

8.1. Libellen in der Uferzone

Folgende 38 Libellenarten wurden seit 1985 in der Uferzone am Inkwilersee festgestellt (besondere Arten der Uferzone, welche im Kanton bislang nur am Burgäschisee beobachtet wurden, sind **fett** dargestellt):

*Gebänderte Prachtlibelle (v.a. am Seeausfluss); Blauflügel-Prachtlibelle (ausschliesslich am Seeausfluss); Gemeine Winterlibelle, Weidenjungfer, Frühe Adonislibelle, Helm-Azurjungfer (ausschliesslich am Seeausfluss) (Geschützte Art, Anh. 3 NHV), Hufeisen-Azurjungfer, **Fledermaus-Azurjungfer, Grosses Granatauge** (in der Schwimmblattzone), Kleines Granatauge, Becher-Azurjungfer, Grosse Pechlibelle, Kleine Pechlibelle (ausschliesslich auf vernässten Flächen um den See), Kleine Zangenlibelle (nur 1 Beobachtung am Südufer, Gast), Blaugrüne Mosaikjungfer, Braune Mosaikjungfer, Keilflecklibelle, Torf-Mosaikjungfer (zwei Beobachtungen am Weiher im Moos), Herbst-Mosaikjungfer, Grosse Königslibelle, **Kleine Königslibelle, Kleine Mosaikjungfer** (grössere Population als am Burgäschisee), Zweigestreifte Quelljungfer (ausschliesslich am Seeausfluss, Einzelbeobachtungen), Gemeine Smaragdlibelle, Glänzende Smaragdlibelle, Plattbauch, Vierfleck, **Spitzenfleck** (eine der grössten Populationen im Mittelland, grösser als am Burgäschisee, bekannt seit von Büren), Östlicher Blaupfeil (Einzelbeobachtungen an vernässten Stellen am Uferweg), Kleiner Blaupfeil (Einzelbeobachtungen an vernässten Stellen im Seeumland und Ausfluss), Grosser Blaupfeil, Südlicher Blaupfeil (Seeausfluss), Feuerlibelle, Sumpf-Heidelibelle (Erstbeobachtung 2010 am Weiher im Moos!) (Geschützte Art, Anh. 3 NHV), Frühe Heidelibelle, Blutrote Heidelibelle, Grosse Heidelibelle, Gemeine Heidelibelle.*

Fazit

Die Anzahl der Libellenarten in der Uferzone des Inkwilersees ist ausserordentlich hoch (fast 50 Prozent der in der Schweiz je festgestellten Arten!). Damit ist der Inkwilersee zusammen mit dem Burgäschisee eines der libellenreichsten Gewässer des Schweizer Mittellands.

Gut besonnte Röhrichte mit vorgelagerter Flachwasserzone, vor allem am sonnenexponierten Nordufer, sind für die Erhaltung der meisten Arten von existenzieller Bedeutung.

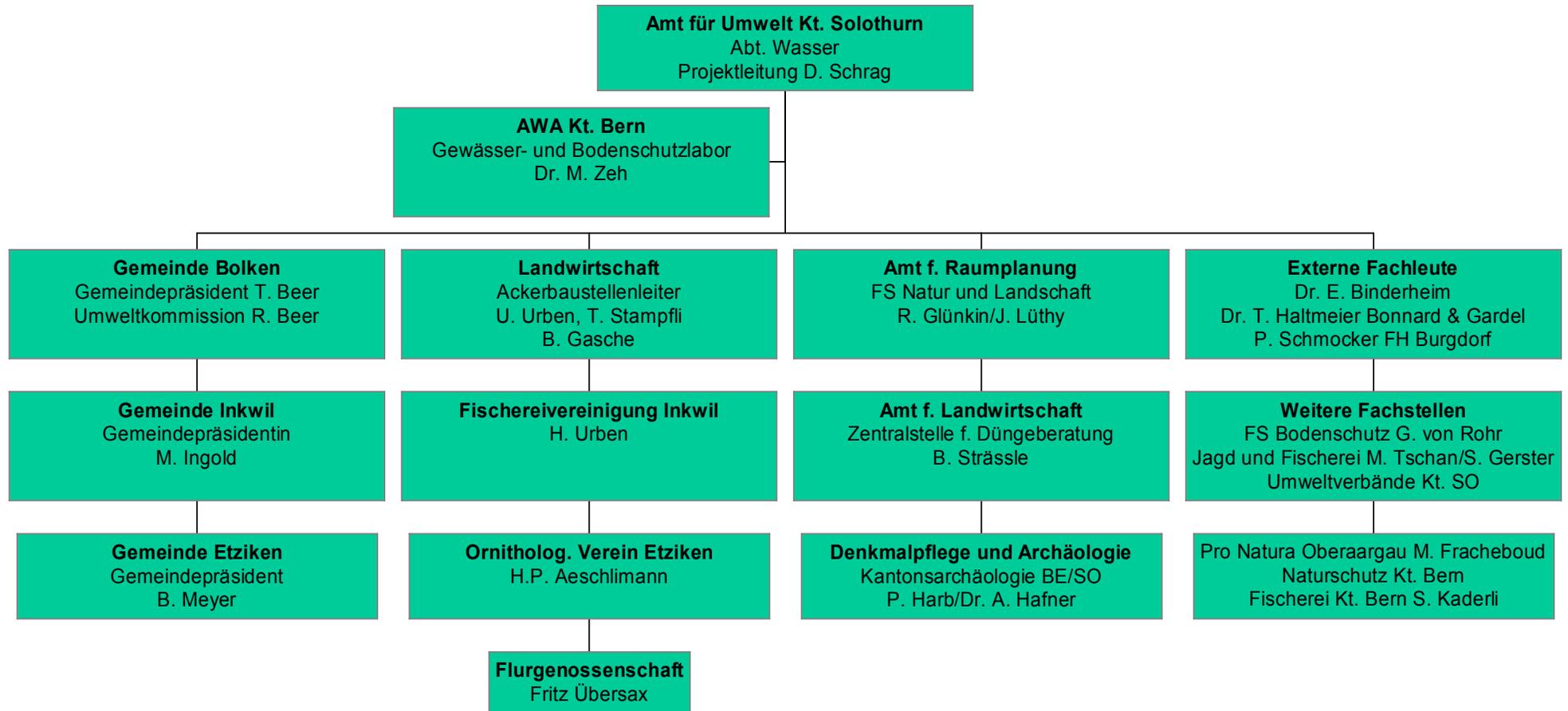
8.2. Überblick Haupt- und Begleitmassnahmen Inkwilersee 2011 - 2015

Übergeordnetes Ziel: Verlandung reduzieren, Lebensdauer maximieren (bessere Wasserqualität, weniger Nährstoffeintrag, Erhaltung von wertvollem Lebensraum für einheimische Pflanzen und Tiere)				
Massnahme	Ziel / Wirkung	Beschreibung	Stand der Umsetzung	Kosten
Hauptmassnahmen				
Ufernahe Sedimente und organische Ablagerungen entfernen	Erhaltung der Uferlinie und der heutigen Seefläche, Erhaltung der Drainageleistung, Gewährleistung der Funktion von Regenüberläufen aus der kommunalen Abwasserentsorgung, Verlangsamung der Verlandung	Sediment aus dem See entfernen. Im Uferbereich einen Streifen von 15 m Breite und 1 m Tiefe absaugen (15000 m ³). Um den Schutz der zahlreichen Libellenarten zu gewährleisten, wird die Absaugung in zwei Etappen realisiert.	Drei Richtofferten liegen vor. Ausbringung von maximal 6000 t Trockensubstanz auf Landwirtschaftsland gilt als Bodenverbesserung und Düngung. Umsetzung 2012 und 2014 mit Ausbringung im Winterhalbjahr 2012/13 und 2014/15.	400-600'000 CHF. Kantone BE / SO, Gemeinden, Fonds Landschaft Schweiz
Tiefenwasserableitung TWA (modularer Aufbau)	Wasserkörper vergrössern und Wasserqualität verbessern. Sauerstoff-Haushalt optimieren und das Risiko von Seekippen resp. Fischsterben reduzieren	Organisches Schwebematerial und sauerstoffarmes Wasser durch eine selbstregulierende Heberleitung in den Seebach abführen. Die modular aufgebauten Leitungen können an verschiedenen Orten im See eingesetzt werden. Die heute bestehende Heberleitung wird ersetzt.	Umsetzung nach Absaugung von Sedimenten im Uferbereich (2. Etappe), d.h. 2015	100'000 CHF. Kantone BE / SO und Gemeinden
Optimierung Absetzbecken im Moosbächli	Eintrag von Erosionsmaterial und Nährstoffen reduzieren, Refugium für Fische bei Sauerstoff-Knappheit schaffen.	Durch innere Erosionsprozesse gelangt aus dem Einzugsgebiet Etzikermoos viel Sand über die Drainagen in die beiden Rückhaltebecken. Durch bauliche Massnahmen soll verhindert werden, dass das Material bei Starkniederschlägen in den See gelangt. Absetzbecken so ausbilden, dass sie in Notfällen als Refugium für Fische genutzt werden können.	Zuerst soll während 5 Jahren der Unterhalt der Becken verbessert werden. Allenfalls können dabei die beiden Becken etwas vergrössert werden. Nach fünf Jahren ist zu entscheiden, ob technische Massnahmen wie Sandfang nötig sind.	Unterhalt bisher Gemeinde Bolken, jährliche Absaugung; Unterhaltskosten zu Lasten Kanton

Sanierungskonzept Inkwilersee

Begleitende Massnahmen				
Verbesserungen in der Generellen Entwässerungsplanung GEP	Es gelangen weniger häusliche Abwässer in den See (d.h. weniger Nährstoffe, Schadstoffe und Mikroverunreinigungen)	Korrespondierende Leitungen und Regenüberläufe der drei Gemeinden aufeinander abstimmen. Trennsystem konsequent umsetzen. Falschanschlüsse aufheben.	GEP Bolken, Inkwil, Etziken und Verbands-GEP Wanzwil sollen fachmännisch auf Optimierungen überprüft werden. Die Voraussetzung sind sehr gut, da alle GEP kürzlich aktualisiert wurden. Bolken und Etziken haben bereits wichtige Verbesserungen vorgenommen.	Gemeinden / Verband
Intensiver Unterhalt Ufergürtel	Reduktion des Eintrag von organischem Material (Äste, Blätter)	Die horizontale Verlandung im Uferbereich ist hoch. Dies ist v.a. auf die dichte Vegetation im Uferbereich zurückzuführen. Seit 40 Jahren wurde v.a. auf der Solothurner Seite nicht mehr geerntet und es entstand im Gegensatz zur Situation vor der Absenkung ein dichter Erlenwald (u. weitere Weichhölzer). Am jährlichen Naturtag werden Neophyten reduziert und kleinere Holzarbeiten ausgeführt werden.	2007/08, 2008/09 und 2010 wurde stark ausgeerntet. Grösseren Neophytenbestände v.a. armenische Brombeeren wurden eliminiert. Intensiverer Rückschnitt von Weiden, Pappeln und Erlen aufrecht erhalten. Weitere Fällungen sind von allfälligen Biberpopulationen zu erwarten. Periodische Beurteilungen.	Im Rahmen von Gemeindebudget Inkwil (Kt. BE) resp. FS Naturschutz (Kt. SO)
Mehrjahresprogramm Natur und Landschaft MJPNL und Vernetzungsprojekt ÖQV	Nährstoffeinträge reduzieren, weniger oberflächliche und innere Erosionen, weniger Pflanzenschutzmitteleintrag	Weniger Nährstoffeintrag in Gewässer durch natürliche Puffer entlang von Gewässern, sinnvolle Anordnung von nicht düngbaren Flächen (Hecken, Wiesen, Buntbrachen, Ackerschonstreifen).	Kanton Solothurn werden 11 Gemeinden durch espace SOLOTHURN verwaltet. Kanton Bern und Repla Oberaargau, Start 2007. Verträge mit Bewirtschaftern.	20 % Kantone, 80 % Bund
Bodenressourcen schützen (BORES), Ressourcenprogramm im Rahmen Art. 77a des eidg. LWG	Angepasste Bewirtschaftung auf erosionsgefährdeten Flächen. Dadurch weniger Abschwemmung von Partikeln und Nährstoffen. Verlandung reduzieren.	Erosionsgefährdete Flächen mit Bewirtschaftungsauflagen belegen: Anbaumethoden, Streifenfrässaat etc. Bodeneigenschaften werden verbessert. Keine Verdichtung von Böden und somit höhere Wasseraufnahme und weniger Abschwemmungen. Somit gelangen weniger unerwünschte Stoffe in den See.	Einzugsgebiet Inkwilersee im Perimeter aufgenommen bspw. Günscheler. Bedingt gute Zusammenarbeit mit den Bewirtschaftern.	20 % Kantone, 80 % Bund
Drainagesystem prüfen und Einlaufschächte aufheben	Mehr Wasserzufluss bedeutet bessere Wasserqualität durch häufigere Umwälzung, weniger Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleintrag in den See	Drainagesystem funktionstüchtig machen, kein direkter Eintritt von Gülle resp. Pflanzenschutzmittel durch entsprechende technische Massnahmen bspw. bei Einlaufschächten.	Drainagesystem von Etziken ist abgeschlossen; Bolken wird 2011 Reparaturen ausführen; Flurgenossenschaft Inkwil bereitet Überprüfung vor.	Gemeinden und Flurgenossenschaft
				19.7.2011 scd

8.3. Arbeitsgruppe zur Sanierung Inkwilersee seit 2004



8.4. Laboruntersuchungen zum Seesediment 2005 - 2009

VO über Belastungen des Bodens (VBBo), Anhang 1							
	Richtwerte mg / kg TS	Chem RRV Anhang 2.6 Org. Dünger, Qualitäts- anforderung	29.9.2005 Absetzbecken Etzikerkanal LMK	1.9.2009 Uferbereich GBL	1.9.2009 Uferbereich GBL	9.10.2009 Mulde / Dredge LMK	14.10.2009 Deponiegut LMK
Chrom Cr	50		9.9	23	21	<15	<20
Nickel Ni	50	30	10.6	29	26	10.5	<10
Kupfer Cu	40	100	4.6	27	26	17.5	15.3
Zink Zn	150	400	22.8	64	87	86.3	67.9
Molybdän Mo	5			0.58	0.74		
Cadmium Cd	0.8	1	<0.5	0.65	0.68	<3?	<4?
Quecksilber Hg	0.5	1		0.062	0.095		
Blei Pb	50	120	3.1	21	29	27.8	<20
Fluor Fl	700						
Trockensubstanz			74.40%	fehlt	fehlt	13.90%	
(TS normalerweise zwischen 15 und 25 %)							
Einschränkungen: PAK 4 g pro Tonne TS							
Für Kompost und Gärgut gilt: Auf 1 ha dürfen innert 10 J. nicht mehr als 100 t organische und organisch-mineralische Bodenverbesserungsmittel, Kompost oder festes Gärgut als Bodenverbesserer, als Substrat, als Erosionsschutz, für Rekultivierungen oder für künstliche Kulturerden verwendet werden.							

8.5. Verwendung des Absaugmaterials – Bericht SOL CONSEIL



*Laboratoire et bureau d'études au service de l'agronomie
et de la protection de l'environnement*

Nyon le, 19.08.2010

Cher Daniel,

Voici quelques réflexions sous l'angle agronomique pour le recyclage agricole des sédiments du lac d'Inkwil. Ces précisions et recommandations se basent sur les analyses 10 T 1691 à 1695 et 10 B 64 à 68.

Sur le plan du potentiel de pollution, effectivement les **résultats d'analyses sont positifs**. Les teneurs en métaux lourds se situent en moyenne bien en deçà des valeurs limites de la législation et respectent ainsi cette exigence.

Sur le plan de la valeur « agronomique » de ces produits on peut constater que deux types de matières ont été échantillonnées : des sédiments avec une importante fraction organique (entre 30 % et 40 % de la substance sèche) et des sédiments minéraux (environ 10 % de matière organique sur la substance sèche).

Toutefois, et du fait de la **différence de teneur en matière sèche**, l'apport de matière organique au mètre cube est quasiment équivalent pour les deux types de sédiments, soit compris entre 40 et 60 kg. A noter que cette valeur est bien plus faible que celle observée sur les fumiers et les composts de déchets verts (valeurs fréquemment observées pour les composts : entre 120 et 180 kg/m³).

Les rapports C/N s'établissent aussi dans une fourchette relativement serrée comprise entre 14 et 23. Les sédiments organiques contiennent des quantités d'azote total importantes qui permettent de maintenir ce ratio bas.

Méthode de recyclage

Des deux solutions pour le recyclage de ces matières, il me semble que dans ce cas la valorisation directe en agriculture regroupe **plus d'avantage que le compostage** et s'apparente plus à une démarche « écologique », pour les raisons suivantes :

- Un compostage bien mené résulte en premier lieu de l'**emploi de matières premières** équilibrées dans leur ratio organique/minéral. Dès lors composter un produit essentiellement minéral tel ces sédiments nécessiterait pour bien faire, l'**apport d'une** matière organique externe.
- Un **compostage des sédiments uniquement**, n'apporterait à mon avis qu'une stabilisation partielle de la matière et donc pas une amélioration conséquente.
- Le compostage nécessite des interventions régulières (par exemple : brassages, contrôles **de la température et de l'humidité**, etc.) coûteuses en temps, en transport et en énergie. Celles-ci peuvent toutefois être **minimisées dans le cadre d'une organisation** faisant appel à des professionnels du compostage possédant les outils et le savoir-faire.

L'emploi des sédiments en réutilisation directe sur les terres agricoles aux alentours du lac apparaît comme une solution plus rationnelle. Avec environ 15'000 m³, le volume total n'est pas négligeable et représente approximativement (valeur fertilisante calculée sur la moyenne des cinq échantillons):

- 600 tonnes de matière organique
- 22 tonnes d'azote total (Ntot)
- 5 tonnes de phosphates (P₂O₅)
- 2,2 tonnes de potasse (K₂O)
- 10 tonnes de magnésium (Mg)

Le conseil habituel pour les amendements organiques est un apport d'environ 6'000 kg de matière organique par hectare tous les trois ans.

Sur cette base, 100 hectares de terres agricoles suffiraient à écouler l'ensemble des sédiments. Chaque hectare recevraient alors :

- 220 kg d'azote total
- 50 kg de P₂O₅
- 22 kg de K₂O
- 100 kg de magnésium

Considérations volumiques

En l'état avec leur teneur en eau initiale au prélèvement, ces 15'000 m³ représentent environ 17'000 tonnes de matière fraîche ou environ 4'000 tonnes de matière sèche (soit en l'état une « couche » de 1.5 cm d'épaisseur sur le sol).

Il est raisonnable d'imaginer qu'après extraction et stockage des sédiments, plus des deux tiers de l'eau s'écoule et s'évapore. Le tonnage final pourrait être compris dans une fourchette allant de 5'000 à 8'000 tonnes.

En prenant pour référence une densité moyenne de la terre de surface (couche comprise entre 0 et 30 cm de profondeur) de 1.25 nous obtenons un tonnage de terre à l'hectare sur 30 cm de 3'750 tonnes soit 375'000 tonnes pour les 100 hectares.

6'000 tonnes de sédiments ressuyés représentent donc 1,6 % du tonnage de la terre des 100 hectares sur 30 cm de profondeur.

D'après ce calcul on est assez loin de ce qui est préconisé pour des « reconstitutions de sol », cet apport s'apparente donc bien à un amendement.

Considérations liées à la valeur fertilisante

L'apport en azote et en magnésium est conséquent, de l'ordre de cinq fois la fumure annuelle moyenne des grandes cultures pour ce dernier élément. Concernant l'azote, cet apport est à modérer en fonction de la disponibilité pour la culture. On peut raisonnablement imaginer que 50 à 60 % de cet azote total sera disponible à terme pour les cultures. Par ailleurs, il ne sera pas un facteur limitant pour les bilans de fumure des agriculteurs (Swiss-Bilanz), car seul 10 % de l'azote total est à comptabiliser l'année de l'application et sans arrière effet.

50 kg de phosphate est à peu près les deux tiers de la norme de fumure moyenne du blé ou correspond à la fumure annuelle pour une prairie permanente mi-intensive à deux coupes. 22 kg de potasse représente le cinquième d'une norme de fumure annuelle moyenne pour des grandes cultures.

Les teneurs en éléments fertilisants principaux ne semblent donc pas être un facteur limitant au recyclage des sédiments. A noter que seul l'azote et le phosphore sont réglementés par le Swiss-Bilanz.

Considérations techniques

Au regard des quantités d'apport, une majorité de types de sols pourrait être utilisée comme surfaces d'épandages. Les sols pauvres en matière organique et à tendance lourde (proportion d'argile supérieure à 30 %) seraient cependant ceux qui bénéficieraient le plus de cette matière organo-limono-sableuse. A mon avis, il n'y a pas de contre indication majeure à la répartir sur des prairies naturelles. Toutefois, je ne sais pas quelle influence elle pourrait avoir sur l'équilibre botanique en place.

L'épandage avant semis de prairie artificielle ou après moisson pour les terres assolées semble réunir le plus d'avantages, tels par exemple, des cultures relativement peu sensibles ou des conditions de sols favorables (portant, sur chaume, etc.).

Une fois ressuyés, les stocks de sédiments posséderont un taux de matière sèche important certainement supérieur à 60 %. La seule alternative possible pour épandre cette matière sera l'utilisation de machine type épandeuse à fumier ou épandeuse à compost. Vu le degré de finesse des particules organiques rencontré dans les échantillons, il est probable que les machines à disques horizontaux pour l'épandage du compost soient les mieux adaptées. Des essais préalables doivent être planifiés.

Une fois l'épandage réalisé, la matière pourra être incorporée au sol par un travail superficiel.

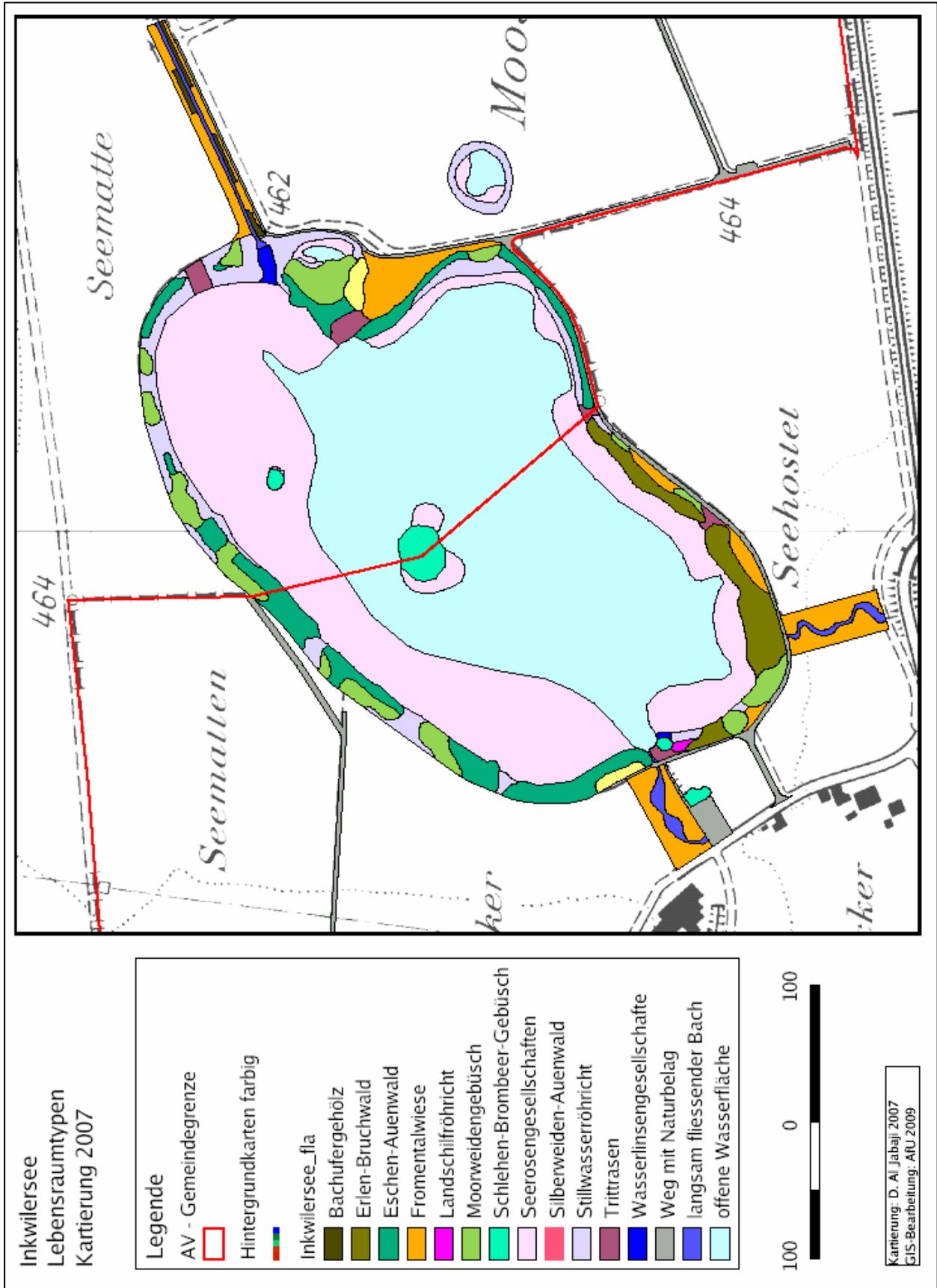
En restant à ta disposition, je t'adresse, cher Daniel, mes meilleures salutations.

Sol-Conseil



S. Amiguet

8.6. Vegetation



Liste der Lebensraumtypen

Lebensraumtypen	Code Delarze	Schutz
Lemnion - Wasserlingengesellschaften	1.1.3.	Schweizweiter Schutz NHV 1991; Anhang 1
Nymphaeion - Seerosengesellschaften	1.1.4.	Schweizweiter Schutz NHV 1991; Anhang 1
Phragmition – Stillwasser-Röhricht	2.1.2.1.	Schweizweiter Schutz NHV 1991; Anhang 1
Phalaridion - Landschilf-Röhricht	2.1.2.2.	Schweizweiter Schutz NHV 1991; Anhang 1
(Tritt-)Rasen auf Sportplätzen etc.	4.0.2.	
Böschung, Renaturierung nach Erdarbeiten	4.0.3.	
Arrhenaterion – Fromentalwiese	4.5.1.	
Pruno-Rubion - Schlehen-Brombeergebüsche	5.3.3.	
Salicion cinereae - Moorweidengebüsche	5.3.7.	Schweizweiter Schutz NHV 1991; Anhang 1
Alnion glutinosae - Erlen-Bruchwald	6.1.1.	Schweizweiter Schutz NHV 1991; Anhang 1
Salicion albae - Silberweiden-Auenwald	6.1.2.	Schweizweiter Schutz NHV 1991; Anhang 1
Fraxinon - Eschen-Auenwald	6.1.4.	Schweizweiter Schutz NHV 1991; Anhang 1

Liste der geschützten oder gefährdeten Pflanzen

Art (wissenschaftlich)	deutscher Name	Anzahl Exemplare (Schätzwert)	Schutz	RL-Status
<i>Bidens cernua</i>	Nickender Zweizahn	60		EN
<i>Cicuta virosa</i>	Wasserschierling	200		EN
<i>Eleocharis mamillata</i>	Zitzen-Teichbinse	100		VU
<i>Iris pseudacorus</i>	Gelbe Schwertlilie	50	Schweizweiter Schutz NHV 1991 Anhang 2 / NSchV Kt. BE (BSG 426.111) Art. 19 Anhang 1	LC
<i>Nuphar lutea</i>	Grosse Teichrose	> 1'000	Schweizweiter Schutz NHV 1991 Anhang 2 / NSchV Kt. BE (BSG 426.111) Art. 19 Anhang 1	LC
<i>Nymphaea alba</i>	Weisse Seerose	> 500	Schweizweiter Schutz NHV 1991 Anhang 2 / NSchV Kt. BE (BSG 426.111) Art. 19 Anhang 1	NT
<i>Nymphoides peltata</i>	Teichenzian	> 500		VU
<i>Polygonum amphibium</i>	Sumpf-Knöterich	> 500		VU
<i>Ribes petraeum</i>	Felsen-Johannisbeere	6		VU
<i>Senecio aquaticus</i>	Wasser-Greiskraut	20		CR
<i>Thelypteris palustris</i>	Sumpffarn	200		VU
<i>Typha latifolia</i>	Breitblättriger Rohrkolben	100	NSchV Kt. BE (BSG 426.111) Art. 20 Anhang 1 (bedingt geschützt)	LC
<i>Veronica scutellata</i>	Schildfrüchtiger Ehrenpreis	> 500		VU

Liste der Problempflanzen

Art (wissenschaftlich)	deutscher Name	Anz. Exemplare (Schätzwert)	Ort	Schutz	Vorgehen
<i>Buddleja davidii</i>	Schmetterlingsstrauch	> 25	Dägenmoosbächli	SKEW, Schwarze Liste	ausreissen, regelmässige Kontrolle
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	Korallenstrauch	2	Picknick-Platz Inkwil		ausreissen, Kontrolle
<i>Forsythia x intermedia</i>	Forsythie	1 Strauch	Picknick-Platz Inkwil	Garten-Art	ausreissen, Kontrolle
<i>Hemerocallis fulva</i>	Gelbrote Taglilie	50	Picknick-Platz Inkwil (nur eine Stelle)		ausreissen, Kontrolle
<i>Oenothera biennis</i>	Zweijährige Nachtkerze	< 10	Moosbächli	stammt aus Nordamerika	ausreissen, regelmässige Kontrolle
<i>Rubus armeniacus</i>	Armenische Brombeere	> 5'000	an verschiedenen Stellen mit sehr hoher Deckung	SKEW, Schwarze Liste	siehe Empfehlungen Schwarze Liste, regelmässig Entfernen
<i>Solidago canadensis</i>	Kanadische Goldrute	30	Dägenmoosbächli und Moosbächli	SKEW, Schwarze Liste	ausreissen, regelmässige Kontrolle
<i>Solidago gigantea</i>	Spätblühende Goldrute	50	Picknick-Platz Inkwil / Dägenmoosbächli / Moosbächli	SKEW, Schwarze Liste	ausreissen, regelmässige Kontrolle

Impressum

Herausgeber, Bezugsquelle

Amt für Umwelt
des Kantons Solothurn
Greibenhof
Werkhofstrasse 5
4509 Solothurn
Telefon 032 627 24 47
Telefax 032 627 76 93
afu@bd.so.ch
www.afu.so.ch

Projektleitung

Daniel Schrag, Amt für Umwelt

Projektbegleitung

Amt für Wasser und Abfall, Gewässer- und Bodenschutzlabor, Kanton Bern
Amt für Landwirtschaft, Kanton Solothurn
Amt für Raumplanung, Fachstelle Natur und Landschaft, Kanton Solothurn
Amt für Denkmalpflege und Archäologie, Kanton Solothurn
Amt für Kultur, Kantonsarchäologie, Kanton Bern
Amt für Wald, Jagd und Fischerei, Kanton Solothurn
Einwohnergemeinden Bolken, Etziken, Inkwil
Fachhochschule Bern, Architektur, Holz und Bau, Burgdorf
Fischvereinigung Inkwil
Ornithologischer Verein Etziken

©by

Amt für Umwelt 2011