

Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 36 (1979)

Heft: 1-2

Artikel: Die Sanierung einer eutrophen Sees

Autor: Christen, Jürg

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-782122>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Teilgebiet 3 (Hafen Lattrigen)

Lattrigen und die darunterliegende Hangpartie wurden dem übrigen Gemeindegebiet zugeordnet. Den Uferbereich schützt eine Grünfläche vor weiterer Überbauung. Dazwischen wurde eine Ferienhauszone mit niedriger Nutzung belassen (AZ = 0.15).

Teilgebiet 4

Als Freifläche oder übriges Gemeindegebiet ausgeschieden.

Teilgebiet 5

Im Uferbereich ist eine Grünzone ausgeschieden.

Neben diesen Problemen der Nutzung wurden noch andere Tatbestände geregelt, die hier nur der Vollständigkeit halber aufgezählt werden:

- Schutzgebiete schützen Ufergestaltung, Schilfbestände sowie die charakteristischen Baum- und Buschreihen.
- Mit dem Kreisförster wurden die Waldflächen vermessen.
- Anordnung von Neubepflanzungen.
- Verkehrserschliessung: Zufahrten, Rad- und Fusswege.
- Bauliche Gestaltungsbestimmungen.

Die Ziele des Konzeptes konnten in dem Sinne sichergestellt werden, dass zum mindesten durch geeignete Zonenzuweisung das weitere Verbauen des Seeufers stark zurückgedämmt wird. Verglichen mit dem früheren Zonenplan gibt es wesentlich mehr Grün- und Freiflächen, die – wenn sich die Gelegenheit bietet – öffentlich zugänglich gemacht werden können. Dies wird allerdings nicht ohne finanzielle Hilfe möglich sein.

Ohne sensationelle Erfolge zu verzeichnen, ist man den gesteckten Zielen doch nähergekommen.

Dargestellt am Beispiel des Burgäschisees:

Die Sanierung eines eutrophen Sees

Von Jürg Christen, Solothurn

Der idyllische Burgäschisee ist ein beliebtes Ausflugsziel, rund 3,5 km südwestlich von Herzogenbuchsee gelegen. In den letzten Jahren gab der 19,16 ha umfassende See immer mehr Anlass zu grosser Besorgnis, da eine rasch fortschreitende Verschlechterung des Wassers sich negativ auf den Edelfischbestand und auf die Badequalität auswirkt.

1. Einleitung

Die Ursachen des alarmierenden Zustandes liegen einerseits in natürlichen Vorgängen, denen vor allem kleinere Seen mit geringen Wassertiefen unterworfen sind. Die Verlandung von offenen Wasserflächen und die Bildung von Mooren ist ein Prozess, der auf der Erdoberfläche seit Jahrtausenden stattgefunden hat und auch in unberührten Landschaften weiterhin stattfinden wird. Künstliche Eingriffe in den letzten Jahrzehnten haben den an sich natürlichen Alterungsprozess des Sees jedoch derart stark beschleunigt, dass der Ruf nach einer Sanierung der Verhältnisse immer lauter wurde.

Während des Zweiten Weltkrieges wurde zur Erweiterung der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen der See um gut zwei Meter abgesenkt. Die im Einzugsgebiet verlegten Drainagen führten aus den nun intensiv genutzten Flächen überdüngtes Oberflächenwasser in den See. Bis vor wenigen Jahren

flossen zudem auch häusliche Abwasser von Aeschi und Burgäschli in den See. Die Folge war eine übermässige Eutrophierung des Sees. Unter Eutrophierung versteht man die Zufuhr von Nährstoffen und die Wirkung dieser Nährstoffe auf das Gewässer. Die Veränderung des Wasserchemismus bewirkt eine Änderung der Biomasseproduktion, das heisst eine Zunahme der Produktion an grünen Pflanzen.

Schon in den fünfziger Jahren wurde unter der Leitung des solothurnischen Kantonschemikers der See gründlich untersucht. Als erste Sanierungsmassnahme wurden im Jahre 1960 für Aeschi und Burgäschli Kanalisationen erstellt und damit das Abwasser vom See ferngehalten. Der See erholte sich darauf sichtlich, leider nur für kurze Zeit. Im April 1976 wurde durch die limnologische Abteilung der EAWAG ein im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes des Kantons Solothurn ausgearbeitetes Gutachten abgeliefert. Die in zweijähriger Arbeit entstandene Expertise zeigt die Ursachen der Eutrophierung auf und schlägt geeignete Sanierungsmassnahmen vor.

Im Einvernehmen mit dem Eidgenössischen Amt für Umweltschutz, dem Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern, den bernischen und solothurnischen Meliorationsämtern und dem Burgseeverein als Eigentümer



Abb. A. Folgen der Eutrophie

des Sees erteilte das Wasserwirtschaftsamt des Kantons Solothurn am 13. Juli 1976 dem Ingenieurbüro Emch + Berger den Auftrag zur Ausarbeitung eines Sanierungsprojektes gemäss den Vorschlägen der EAWAG.

Zum besseren Verständnis der im Projekt vorgeschlagenen Sanierungsmassnahmen wird nachfolgend ein kurzer Abriss über die Limnologie (Seenkunde) gegeben.

2. Limnologische Grundlagen

Im Frühjahr ist der gesamte Wasserkörper homogen, maximal ausgekühlt mit einer Temperatur um 4–5 °C (bei flachen Seen wetterbedingt bis gegen 0 °C). Durch Windeinwirkung und turbulente Bewegung wird das Wasser umgewälzt. In der sogenannten Frühjahrszirkulationsperiode wird sauerstoffgesättigtes Oberflächenwasser in die Tiefe verfrachtet. Der See macht, bildlich gesprochen, einen tiefen Atemzug.

Durch Absorption der langwelligen Sonnenstrahlung erwärmen sich nach und nach die oberen Seeschichten.

Im Frühsommer wird infolge der Erwärmung langsam eine Dichte- und Temperaturschichtung aufgebaut.

Gegen den Hochsommer hin erreicht die Vegetationsphase des Lebens im Wasser wegen der optimalen Lebensbedingungen (Licht, Wärme, Nährstoffe) ihren Höhepunkt. Gleichzeitig wird auch der Höhepunkt der Schichtung (Stratifikation) erreicht. Während der sogenannten *Sommerstagnation* herrschen sehr stabile Schichtungsverhältnisse (4- bis 6grädiges, spezifisch schweres Wasser auf dem Seegrund, 18- bis 22grädiges, spezifisch leichtes Wasser an der Oberfläche), das heisst, dass der Sauerstofftransport von der (durch die Photosynthese hervorgerufenen) sauerstoffübersättigten Oberfläche in die Tiefe praktisch aufgehört hat. Gegen den Seegrund hin absinkende und absterbende Biomasse bewirkt eine Sauerstoffzehrung, bis im Wasser kein gelöster Sauerstoff mehr vorhanden ist.

Im Herbst wird die Wärmebilanz nach und nach negativ. Die nächtlichen Wärmeabstrahlungen werden grösser als die Einstrahlungen tagsüber. Das Wasser kühlte sich ab. Dadurch geht die Dichteschichtung sukzessive wieder verloren. Unterstützt durch den Wind, setzt die *Herbstzirkulationsperiode* ein. Allmählich findet wieder ein Sauerstofftransport von der Oberfläche in die Tiefe statt.

Bei den in normalen Wintern im Januar und Februar herrschenden Minimaltemperaturen tritt eine inverse Dichteschichtung ein. Das spezifisch schwere 4grädige, sauerstoffreiche Oberflächenwasser ist im Verlaufe der Herbstzirkulation durch Dichteströmungen und unterstützt durch den Wind gegen den Seegrund hin abgesunken. Darüber baut sich das (spezifisch leichtere) 3- bis 1grädige Wasser auf. Diese Dichteschicht ist ebenfalls stabil. Man spricht von der *Winterstagnationsperiode*.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, dass die Beschaffenheit des Seewassers einer von den Jahreszeiten und vom Klima abhängigen Rhythmis folgt. Die nach der Zirkulation im Oberflächenwasser (Epilimnion) vorhandenen Konzentrationen an herauftransportierten Nährstoffen und die von den Oberflächenwässern (Bächen, Drainageleitungen, Abwasserkanalisationen) zugeführten Dungstoffe erlauben eine Biomassenproduktion.

Die beschriebenen, physikalisch bedingten Wasserkreisläufe im Verlaufe eines Jahres bringen automatisch einen Stoffkreislauf mit sich.

Die Sedimente eines Sees sind die Deponie der abgesetzten Materialien und bilden das Reservoir von Nährstoffen. Unter sauerstofflosen (anaeroben) Bedingungen findet ein Transport von Phosphaten aus dem Sediment ins Wasser statt.

Anders ausgedrückt:

Solange ein See in den untersten Schichten gelösten Sauerstoff enthält (das heisst wenn aerobe Bedingungen herrschen), entziehen die Sedimente dem See die Phosphate, ist er anaerob (sauerstofffrei) gehen Phosphate vom Sediment in Lösung über und stehen als Nährstoff zur Verfügung (das heisst, sie wirken eutrophierend).

Die Sanierung eines eutrophen (eines sogenannt «kranken Sees») umfasst somit folgende Massnahmen:

1. Verringerung der externen Nährstoffzufuhr: Fernhaltung von Abwasser; Phosphatausfällung aus dem Abwasser, wenn eine Einleitung von gereinigtem Abwasser nicht umgangen werden kann; Führung einer vernünftigen Dungewirtschaft und Wahl optimaler Bewirtschaftungsmethoden der landwirtschaftlich genutzten Flächen.

2. Verringerung der Nährstoffzufuhr aus seeinternen Quellen, beispielsweise durch Erhöhung des Nährstoffexportes (Ableitung von nährstoffreichem Tiefenwasser) und dadurch Herabsetzung der Eigendüngung.

3. Fixierung der Nährstoffe in den Sedimenten durch Schaffung von ganzjährigen aeroben Verhältnissen im ganzen Wasserkörper des Sees.

Massnahme 1 – Verringerung der externen Nährstoffzufuhr – ist, soweit dies heute möglich ist, verwirklicht worden, indem, wie bereits eingangs erwähnt, die Abwässer von Aeschi und Burgäschli in Kanalisationen gesammelt und der Abwasserreinigungsanlage der Region Herzogenbuchsee zugeleitet werden. Durch Orientierung der Flurgenossenschaften und durch entsprechende Artikel in der Tagespresse wurde an die Landwirte appelliert, im Einzugsgebiet des Sees eine vernünftige Dungewirtschaft zu betreiben und damit die Abschwemmung von Nährstoffen via Drainage in den See möglichst gering zu halten.

In Ihrem Gutachten empfiehlt die EAWAG, dass die Nährstoffbilanz auf der Exportseite, das heisst durch künstliche Erhöhung der Nährstoffausschwemmung, verändert werden soll.

Die Sanierung besteht darin, dass mit einer Rohrleitung, welche vom tiefsten Punkt des Sees zum Auslauf führt, anstelle des sauerstoffreichen Oberflächenwassers das nährstoffreiche und sauerstofflose Wasser der Seetiefe zum Abfluss gezwungen wird. Dieses Tiefenwasser ist gleichzeitig das dichteste Wasser des ganzen Sees. Seine Entfernung hat zur Folge, dass die kalte Tiefenzone verringert wird und sich die warme Oberflächenzone, das eigentliche Epilimnion, vergrössert. Durch die Tieferlegung des Metalimnion speichert der See im Sommer mehr Wärme,

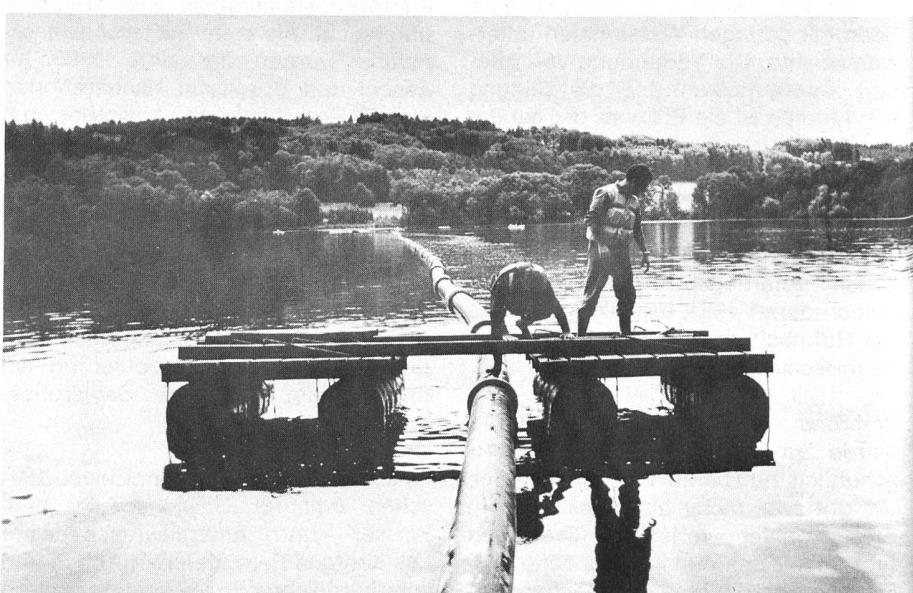


Abb. B. Leitung vor dem Absenken

dies bedeutet, dass die Stabilität der Schichtung geringer wird und dass die natürliche Zirkulation im Herbst rascher in die Tiefe vordringen kann. Der Sauerstofftransport von der Oberfläche her erfolgt damit wesentlich rascher, ein Vorteil, der nach obigen Ausführungen (Massnahme 3) eine wichtige Voraussetzung für das Gelingen des SanierungsWerkes ist.

3. Konzeption

Ausgehend von den hydraulischen Randbedingungen und den topographischen Verhältnissen wurden folgende Möglichkeiten näher untersucht:

Für die Ableitung von 50 Sekundenlitern Tiefenwasser wird eine 280 m lange Leitung mit einem Innendurchmesser von 333 mm gewählt.

Die Höhendifferenz zwischen Seebachwasserspiegel und Seespiegel kann wie folgt gewonnen werden:

1. Durch Aufstau des Sees um rund 30 cm. Eine Höhe, die auch nach Ansicht der beiden kantonalen Meliorationsämter toleriert werden kann.
2. Durch Belassen des Seespiegels auf der heutigen Normallage und Pumpen des Tiefenwassers.
3. Durch Absenken der Seebachsohle um 30 cm, wobei das Sohlengefälle auf einer Länge von 709 m verringert wird.

Während die zweite Möglichkeit (Pumpen) eine echte Alternative ist, die auch von den Erstellungskosten (Stromzuleitung, elektrischer Schaltschrank, Pumpe) und den Betriebskosten (Stromkosten, Wartung und Unterhalt

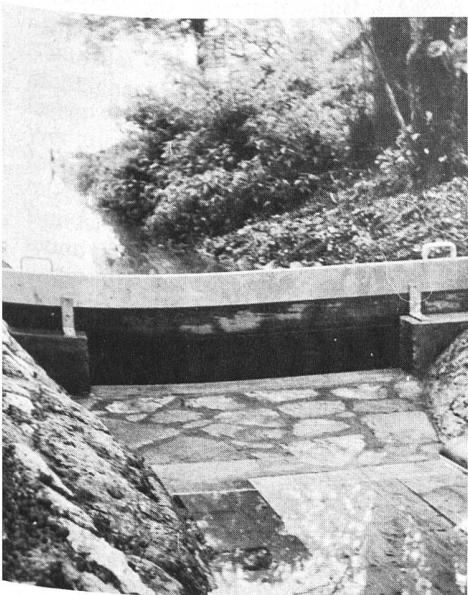
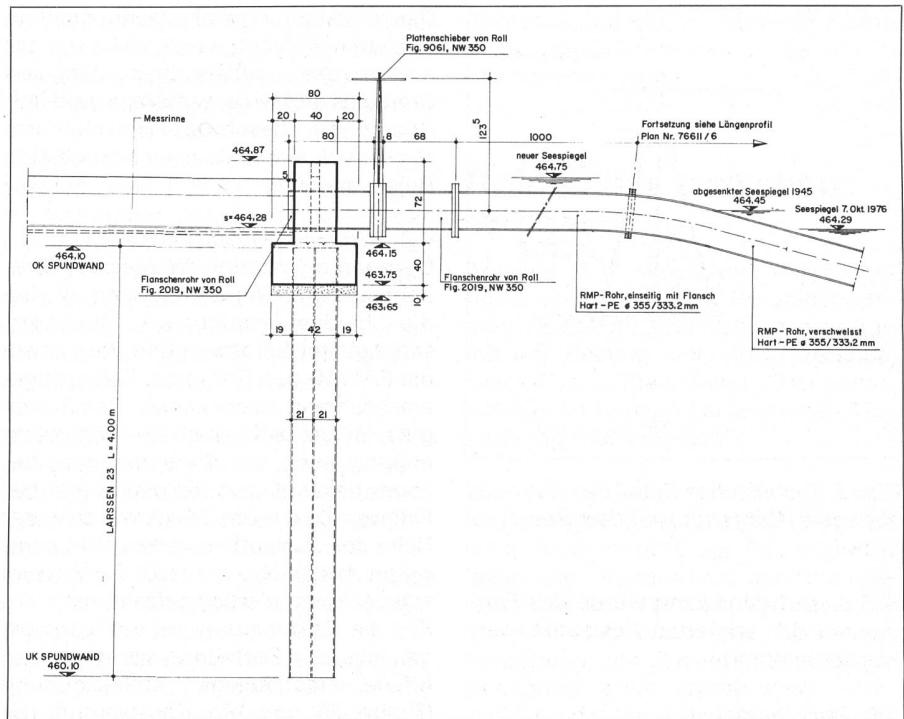


Abb. C. Auslaufbauwerk



Plan 1. Technisches Detail des Seeauslaufbauwerkes mit Ablaufröhr

der Pumpe) her zu vertreten ist, bietet die Variante 3 sehr viele Schwierigkeiten. Bei den vorhandenen Baugrundverhältnissen (Riedhumus, Torf, Seekreide, blauer Ton) und Böschungsneigungen ist eine Tieferlegung der Bachsohle äußerst problematisch. Das neue Sohlengefälle von 0,3 ‰ ist sehr gering, und die Länge der Korrektionsstrecke (über 700 m) würde auch bei normalen Verhältnissen erhebliche Kosten verursachen.

In Übereinstimmung mit dem Auftraggeber und den beiden Meliorationsämtern wurde beschlossen, Variante 1 zu wählen, die im Detail folgende Massnahmen vorsieht:

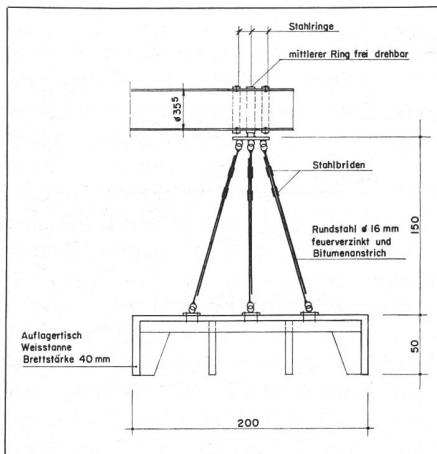
1. Durch Echographaufnahmen wird der Verlauf des Seegrundes im Bereich der vorgesehenen Linienführung der Ablauflleitung aufgenommen. Die genaue Lage und Tiefe der tiefsten Seestelle wird lokalisiert und festgestellt.
2. Eine 280 m lange verschweißte Kunststoffleitung, Innendurchmesser 333 mm, wird in Richtung auf die tiefste Stelle hin eingeschwommen und auf den Seegrund abgesenkt. Zur Verhinderung, dass das Einlaufende der Leitung im schlammigen Sediment versinkt, wird ein gelenkig gelagertes Dreibein auf einer abgesenkten und beschwerten Eichenholzplattform abgestützt.
3. Am nordwestlichen Seeufer, rund 15 m seebachabwärts, wird ein Auslauf

bauwerk (Mauer) erstellt. Durch ein Dammbalkenwehr wird der Seespiegel 30 cm höher eingestellt. Bis zu einer Menge von 50 Sekundenlitern fließt das kalte, sauerstoffreiche Tiefenwasser durch die Leitung in den Seebach. Die Menge kann mittels Schiebers reguliert werden.

4. Die aus dem Rohr ausfließende Wassermenge wird in einem Venturikanal gemessen.
5. Für die Messung der total abfliessenden Wassermenge wird in die Bachsohle eine rechteckige, 1,5 m breite Betonrinne eingebaut.
6. Zur Messung und Registrierung der Seespiegelkoten wird ein Limnigraph installiert.
7. Bei längeren Hochwasserperioden, wo die Zuflussmenge (und damit der Abfluss) 130 Sekundenliter erreicht oder übersteigt, besteht die Möglichkeit, die Dammbalken beim Auslauf zu entfernen und die alte Auslaufsohlenhöhe herzustellen.

4. Bauliche Realisierung

- 4.1 Erstellung des Auslaufbauwerkes
- Wegen des schlechten, wenig tragfähigen Baugrundes musste das Auslaufbauwerk fundiert werden. Die nähere Abklärung zeigte, dass die einfachste und kostengünstigste Lösung in einer verlorenen Spundwand aus Stahlbohlen bestand. Die 4 m langen Larsen-Profile wurden ca. 4,5 m eingerammt.



Plan 2. Technisches Detail des Rohr-aufglagers (Rohrende) auf dem See-grund

Auf diese Spundwand wurde das Fundament des armierten Auslaufbauwerkes aufbetoniert.

4.2 Seeleitung

Die Ablaufleitung wurde aus Rollma-
plast-Hart-PE-Rohren erstellt. Bei
einem Aussendurchmesser von 355
mm weisen die Rohre eine Nennweite
von 333,2 mm auf. Die einzelnen Rohre
wurden zu einer 280 m langen Rohr-
schlange zusammengeschweisst und
in die richtige Lage eingeschwommen.
Der Ballast aus Betonhalbschalen ist so
berechnet, dass die an beiden Enden
abgeschlossene und mit Luft gefüllte
Leitung etwa bis zur Häfe eintaucht.
Sobald die Leitung in die richtige Lage
gebracht war, wurde sie auf den See-
grund abgesenkt.

Das Auslaufstück mit Flanschenbogen,
Plattenschieber mit Handrad und Flan-
schenrohr aus Stahl ist beim Auslauf-
bauwerk in der richtigen Höhenlage
einbetoniert.

Damit die Leitung einlaufseitig nicht im
Schlamm versinkt, wurde sie – wie be-
reits erwähnt – mittels eines gelenkigen
Dreibeins auf eine versenkte und mit
Betonplatten beschwerte Holzplattform
abgestützt. Der Einlauf wird durch eine
Boje markiert.

4.3 Zusätzliche Installationen

Durch regelmässige Wasserprobeent-
nahmen und Wasseranalysen wollen
die beiden kantonalen Gewässer-
schutzämter Solothurn und Bern sowie
die EAWAG den Erfolg der Sanierungs-
massnahmen überwachen. Damit eine
gute Bilanz aufgestellt werden kann,
müssen auch die Wassermengen ge-
nauer bekannt sein, als dies bisher der
Fall war. Zu diesem Zweck wurde in der
Nähe des Auslaufbauwerkes ein Limni-
graph installiert, der die Seewasser-
spiegel kontinuierlich aufzeichnet.

Für die Bestimmung der Abflussmen-
gen aus der Seeleitung wurde in das
offene, rechteckige Abflussgerinne
(Breite 30 cm) ein Kanalventuri mit
rechteckigem Durchflussquerschnitt
eingebaut. Am Massstab kann die
momentane Abflussmenge direkt ab-
gelesen werden.

4.4 Anpassungsarbeiten

Der ganze Burgäschisee und der
grösste Teil des Ufergürtels ist Natur-
schutzgebiet. Nach der Fertigstellung
der Bauarbeiten wurde in enger Zu-
sammenarbeit mit Natur- und Heimat-
schutz und mit einem Gärtner eine
standortgerechte Bepflanzung ausge-
führt. Die einzige sichtbaren Teile der
ganzen Seesanierung – Auslaufbau-
werk mit Dammbalkenwehr, Venturikanal
und Betongerinne im Seebach –
sollen durch geschickte Bepflanzung
optimal kaschiert werden. Das Seeufer
beim Seebachauslauf wurde mittels

Blockwurfs gegen Erosion durch Wel-
lengang geschützt.

5. Kosten

Gemäss Bauabrechnung beliefen sich
die Kosten auf Fr. 124 700.–.

Die Kosten werden getragen durch

- das Eidgenössische Amt für Umwelt-
schutz
- die beiden Kantone Solothurn und
Bern
- den Burgseeverein

Schlussbemerkungen

Am 23. September 1977 wurde die An-
lage offiziell in Betrieb genommen. In
den ersten Wochen nach der Inbetrieb-
nahme der Leitung bewahrheiteten
sich die Voraussagen, wonach der ent-
weichende Schwefelwasserstoff des
sauerstofflosen Tiefenwassers unange-
nehme Geruchsbelästigungen verursa-
chen wird.

Im Dezember und Januar stellte sich
jedoch bereits eine merkliche Besse-
rung ein.

Aus den ersten Resultaten der Sanie-
rungsmassnahmen dürfen aber noch
keine voreiligen Schlüsse gezogen
werden. Die positiven Ergebnisse am
luzernischen Mauensee haben gezeigt,
dass durch die gewählten Sanierungs-
massnahmen schon innerhalb einiger
weniger Jahre eine merkliche Gesun-
dung des Sees erwartet werden kann.

Grundlagen

- Gächter R., Die Tiefenwasserleitung,
ein Weg zur Sanierung von Seen,
Schweiz. Z. Hydrologie 38, 1 (1976).
- EAWAG, Lehrkurs III/1972.
- EAWAG, Gutachten über die Mög-
lichkeiten einer Sanierung des Burg-
äschisees (April 1976).

Veranstaltungen

15./16. Januar, 29./30. Januar

26. Februar 1979:

Moderne Energienutzungstechnik
(Schweiz. Vereinigung für Sonnen-
energie in Zusammenarbeit mit dem
Gottlieb-Duttweiler-Institut und dem
WWF Schweiz)

16. Januar 1979:

Gut planen, wohnlich bauen
(Schweiz. Vereinigung für Landespla-
nung/VLP) Kongresshaus Zürich

20. Januar 1979:

Studien zu einem regional- und

strukturpolitischen Leitbild der
Schweiz (ROREP)

26.–29. Januar 1979:
Autonome Sonnenenergie
(Forum architecture communication
territoire/FACT 79) in Lausanne

2. Februar 1979, 26. April 1979:
Ausgewählte Probleme des Baurechts
(Schweiz. Institut für Verwaltungskurse
an der Hochschule St.Gallen)

2. Februar 1979:
Gesamtverkehrskonzeption im

Spannungsfeld von Raumplanung und
Umwelt

(Fachgruppe für Raumplanung und
Umwelt/FRU des SIA) in Lausanne

28. Februar bis 2. März 1979:
Internationale Fachtagung über Umbau
und Erweiterung von Wasserkraftanla-
gen

(ETH Zürich, Schweiz. Wasserwirt-
schaftsverband)

23. März 1979:

Inhalt, Form und Verbindlichkeit des
Raumordnungsberichtes (ROREP)