

<b>Zeitschrift:</b>	Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
<b>Band:</b>	74 (1982)
<b>Heft:</b>	1-2
<b>Artikel:</b>	Die Sanierung der Mittellandseen: Baldeggsee, Halwilersee und Sempachersee : allgemeiner Überblick
<b>Autor:</b>	Baumann, Paul
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-941110">https://doi.org/10.5169/seals-941110</a>

### **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:** 22.01.2026

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

Tabelle 1. Nährstoffkonzentration zur Zirkulationszeit im Rotsee

Datum	Anorgan. Stickstoff NO <sub>3</sub> -N+NH <sub>4</sub> -N mg N/m <sup>3</sup>	Gesamt-Phosphor mg P/m <sup>3</sup>	N:P-Verhältnis
28. April 1936	2000	575*	3,5:1
18. Februar 1950	2540	358*	7,1:1
18. April 1969	1430	370	3,8:1
18. Februar 1970	2350	470	5,0:1
20. März 1978	790	100	7,9:1
13. März 1979	950	130	8,3:1
3. März 1980	1060	120	8,8:1
30. März 1981	760	96	7,9:1
Nährstoffarme Seen	<500	<30 (in Algen)	7:1

\*PO<sub>4</sub>-P

mitverfasst. Diese letzten Messungen zeigten nun zur grossen Überraschung bessere Verhältnisse auf.

Seit 1974 wird der Rotsee mit nährstoffarmem Wasser aus dem Reuss-Stollen verdünnt. Während um 1970 noch 500 mg Phosphor/m<sup>3</sup> bei der Frühjahrszirkulation gemessen wurden, liegen die Werte heute bei 100 mg P/m<sup>3</sup> (Tabelle 1).

Auch die minimalen Sichttiefen, die 1920 bis 1970 um 0,4 bis 1 m schwankten, fielen in neuerer Zeit besser aus. Ebenso weisen die Sauerstoffverhältnisse auf eine Verbesserung hin, und der Lebensraum für Fische hat sich vergrössert. Man muss hier aber erwähnen, dass der Rotsee schon von Natur aus wegen der windgeschützten Lage benachteiligt ist. Der See ist im Winter meist zugefroren, und er erfährt nicht jedes Jahr eine Vollzirkulation der Wassermassen und kann sich somit nicht zu Beginn des Seesjahres mit Sauerstoff bis in die Tiefe sättigen.

Die Erniedrigung der Phosphorbelastung sei zum Schluss in der Tabelle 2 aufgezeigt.

Tabelle 2. Gesamt-Phosphorbilanz des Rotsees in kg/Jahr

	1936	1970	1978/79
Zufuhren aus Reuss-Stollen	5100	1200	380
Bäche		100	
Niederschläge		40	
Abschwemmung der landwirtschaftlich genutzten Gebiete		80	
Total		600 kg/Jahr	
Gefährliche Belastung		350 kg/Jahr	

Durch die Sanierung der Abwassereinleitungen konnte die Phosphorfracht beträchtlich reduziert werden. Nach den Modellvorstellungen der Seekundler darf einem See von einer mittleren Tiefe von 9 m und einer Wasseraufenthaltszeit von 0,4 Jahren höchstens 350 kg Phosphor/Jahr zugeführt werden. Die heutige Phosphorbelastung liegt noch zweimal über dem gefährlichen Grenzwert. Der Rotsee wird sich trotz beträchtlicher Frachtreduktion nicht in einen klaren, blauen See verwandeln können, aber verglichen mit früheren Jahren ist er doch auf einem Weg zur Besserung.

Leider muss man bei allen Luzerner Seen eine fortschreitende Nährstoffanreicherung feststellen. Hier liegt nun ein Beispiel vor, bei dem die Eutrophierung zurückgedrängt werden konnte.

#### Literatur:

Stadelmann P. 1980  
Der Zustand des Rotsees bei Luzern  
in: Maihof – Rotsee, Geschichte und Eigenart eines Quartiers  
Verlag Quartierverein Maihof, Luzern, S. 54–61.

Adresse des Verfassers: Dr. Pius Stadelmann, Abteilungsleiter kantonales Amt für Gewässerschutz Luzern, Klosterstrasse 31, 6003 Luzern.

## Die Sanierung der Mittellandseen: Baldeggersee, Hallwilersee und Sempachersee

### Allgemeiner Überblick

Paul Baumann

So wie ein Patient zu seiner Gesundung von einem Arzt ein Rezept verschrieben erhält, so benötigen auch unsere kranken Mittellandseen Baldeggersee, Hallwilersee und Sempachersee ein auf die Massnahmen abgestimmtes Konzept für ihre Sanierung.

Die Ursache für die Eutrophierung eines Sees liegt in erster Linie beim Phosphor. Nehmen wir als Beispiel den Sempachersee, so konnte an ihm festgestellt werden, dass die jährliche Phosphorbelastung etwa 15 t beträgt. Ein EAWAG-Gutachten aus dem Jahre 1979 legt die Relationen wie folgt fest:

Eintrag über die Atmosphäre und die Niederschläge	ca. 1 t/Jahr
Abwässer aus den angeschlossenen Kläranlagen (alle mit Phosphatfällung ausgerüstet), aus den noch nicht angeschlossenen Siedlungsgebieten und aus dem ländlichen Raum (Streusiedlungen, Weiler, Häusergruppen, Einzelhäuser, Käsereien)	ca. 7 t/Jahr
aus dem landwirtschaftlich genutzten Raum	ca. 7 t/Jahr
Total jährlich	ca. 15 t/Jahr

Die dem Sempachersee gefährlich werdende Grenze liegt nun bei einem Eintrag von 4 t Phosphor im Jahr.

Die Sanierungsmassnahmen bezeichnen deshalb mit erster Priorität eine Reduktion der Phosphorbelastung der Seen. Daraus entstand das Luzerner Modell, ein Sanierungskonzept, das sich auf vier Pfeiler abstützt.

#### Pfeiler 1: Siedlungsgebiete

In den Einzugsgebieten der Seen sind Kläranlagen mit Phosphatfällung vorhanden und die Transportkanäle weitgehend erstellt.

Es ist die Aufgabe der Gemeinden, die Hausanschlüsse zu verwirken und fortwährend dem bestmöglichen Stand anzupassen.

Es ist Pflicht des Kantons zu überprüfen, ob diese klassischen Massnahmen des Gewässerschutzes genügen, um die Qualitätsvorstellungen für Seen zu erfüllen. Können die in der eidg. Abwassereinleitungsverordnung beschriebenen Ziele für einen See nicht erreicht werden, so sind die örtlichen Bedingungen für Einleitungen in ein Gewässer zu verschärfen.

Die Filtrationsanlage Hochdorf ist eine mögliche Lösung, um die schon gereinigten Abwässer einer Kläranlage mit Phosphatfällung noch weitergehend von Phosphor zu befreien.

Das Abwasserproblem einer Region ist jedoch erst dann bewältigt, wenn auch die Entsorgung des Klärschlammes sichergestellt ist. Dabei steht bis heute in der Regel die Verwertung in der Landwirtschaft im Vordergrund. Seit dem Jahre 1979 sind sämtliche Kläranlagen im Kanton Luzern verpflichtet, die gefahrlose Verwertungsmöglichkeit des Klärschlammes auf ihren landwirtschaftlichen Abnehmerbetrieben nachweisen zu lassen.

Im übrigen regelt die am 1. Mai 1981 vom Bundesrat in Kraft gesetzte Klärschlammverordnung die landwirtschaft-

liche Verwertung des Klärschlammes (Hygienisierung, Schwermetalle, Nachweis der Verwertungsmöglichkeit, Beseitigung durch Transporteure, Pflichten der Klärschlammabnehmer, Verbote für Klärschlamm, Kontrollinstanzen, Sanierung bestehender Anlagen, Aufsicht des Bundes).

#### *Pfeiler 2: Ländlicher Raum*

Im ländlichen Raum kann die konzentrierte Einleitung von rohem oder teilgereinigtem Abwasser zu einer Gewässerbelastung führen, die das Selbstreinigungsvermögen der vorhandenen Bäche übersteigt.

Da einem See über die vielen Abwasserleitungen in seine Zuflüsse aus Streusiedlungen, Weilern, Häusergruppen, Einzelhäusern, Käsereien usw. erhebliche Frachten an Phosphor zugeführt werden können, kennen wir keine bessere Methode, als diese Abwassereinleitungsstellen an Ort und Stelle zu suchen und mit geeigneten Massnahmen zu sanieren.

#### *Pfeiler 3: Landwirtschaft*

Ein Gewässerschutzkonzept wäre unvollständig, würden nicht auch die landwirtschaftlichen Nutzungsgebiete in die Überlegungen einbezogen.

Die zunehmende Verschlechterung der Seen hat uns bewogen, im Jahre 1979 ein Gutachten über die «Belastung von Boden und Gewässern durch die Landwirtschaft im Einzugsgebiet des Sempachersees unter besonderer Berücksichtigung des Phosphatgehaltes» erstellen zu lassen. Gutachter waren Landwirtschaftsfachleute der Arbeitsgemeinschaft Beratender Agronomen AGBA AG, Ebikon.

Am 18. Mai 1981 haben sämtliche Landwirte und Tierhalter im Einzugsgebiet des Sempachersees eine ausführliche, allgemeine sowie eine persönliche, ihren eigenen Betrieb betreffende Orientierung erhalten.

#### *Pfeiler 4: Seeinterne Massnahmen*

Der Zustand der Seen verlangt Sofortmassnahmen, die in der Regel seeintern anzuwenden sind. Es handelt sich vorwiegend darum, die Phosphor-Rücklösungsprozesse aus den Sedimenten zu stoppen und das Seewasser mit genügend Sauerstoff zu versorgen.

Die EAWAG-Gutachten, die für diesen Zweck erstellt wurden sind, lassen folgende Möglichkeiten zu:

##### *Seebelüftung*

Bei der Belüftung der tieferen Wasserschichten findet mit Hilfe von Kompressoren ein direkter Sauerstoffeintrag über dem Seegrund statt. Käme diese Lösung beispielsweise beim Sempachersee zur Anwendung, so bedeutete dies, dass während 9 Monaten des Jahres pro Tag mindestens 7 bis 8 t Sauerstoff in den See eingeblasen werden müssten. Mit dieser konzentrierten Sauerstoffbehandlung der tieferen Wasserschichten erreicht man am wirksamsten den baldigen Stopp des verhängnisvollen Rücklösungsprozesses aus den Seesedimenten.

##### *Zwangszirkulation*

Die Zwangszirkulation hat zum Ziel, während der Winterphase Wasser aus den Grundschichten an die Oberfläche umzusetzen und an dieser Stelle mit Sauerstoff zu versorgen. Die Umsetzleitung beträge – wiederum beim Sempachersee – 15 m<sup>3</sup> Wasser pro Sekunde.

##### *Tiefenwasserableitung*

Die Tiefenwasserableitung, würde sie beim Sempachersee angewendet, bezwecke die Entnahme von 1,1 m<sup>3</sup>/s schlechtem Wasser aus einer Tiefe von 80 m. Eine ähnli-

che Lösung, jedoch im kleineren Massstab, hat schon vor Jahren beim Mauensee zu einem guten Erfolg geführt. Krebse, die sich auf dem Grund des Sees wieder wohl fühlen, bezeugen dies durch ihre sehr aktive Vermehrung. Um in den Besitz von technisch ausgereiften Projekten zu gelangen, haben die Kantone Luzern und Aargau 1980 einen «Projektwettbewerb zur Sanierung des Baldeggsees, des Hallwilersees und des Sempachersees» ausgeschrieben. Angesprochen wurden Ingenieurbüros, Ingenieurgemeinschaften und Ingenieurunternehmungen, die in der Lage sind, diese interdisziplinäre Aufgabe zu lösen. Die Ausschreibung stiess auf sehr grosses Interesse. Am 31. März 1981 wurden unter Einhaltung der Anonymität elf Projekte eingereicht, unter denen vielversprechende Möglichkeiten aufgezeigt werden.

Adresse des Verfassers: *Paul Baumann, Vorsteher kantonales Amt für Gewässerschutz Luzern, Klosterstrasse 31, 6002 Luzern*. Ausführungen anlässlich einer Pressekonferenz von 21. Mai 1981 in Sempach.

Die Entscheidungen des Preisgerichtes wurden in «*wasser, energie, luft – eau, énergie, air*», Heft 7/8, 73 (1981) S. 149–150 bekanntgegeben.

#### *Das weitere Vorgehen der Kantone*

##### *Kanton Aargau*

###### *Erwin Märki*

Die beiden Kantone Luzern und Aargau begannen vor 20 Jahren getrennt die gemäss eidg. Gewässerschutzgesetz von 1955 geforderten Schutzmassnahmen planerisch und baulich an die Hand zu nehmen.

Zuständig für die bisherigen Massnahmen am Hallwilersee waren beide Kantone.

Vorgängig ging es darum, die Schmutzstoffe in den Abwässern aus Siedlungen, Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft dem See fernzuhalten. Diesem Ziel kamen die Seegemeinden mit der Inbetriebnahme der Abwasserreinigungsanlage in Seengen, der die Abwässer durch Hängeleitungen zugeführt werden, im Jahre 1964 recht nahe. Während in anderen Seeinzuflüssen der Algenwachstum verursachende Phosphor durch Chemikalienfällung entfernt wird, geschieht dies im aargauischen Seetal durch Wasserableitung unterhalb des Seeausflusses.

Nach den heutigen wissenschaftlichen Erkenntnissen bestehen noch zwei weitere Haupt-Phosphorquellen am Hallwilersee, abgesehen vom Zufluss aus dem Baldeggsee. Es sind dies die Abschwemmungen aus dem Kulturland und die Rücklösung aus dem Seesediment bei sauerstofffreiem Tiefenwasser.

Wie wir in früheren Veranstaltungen bekanntgegeben haben, geht es jetzt um die Minimalisierung des Phosphors aus dem Sediment. Diese Forderung bedingt die ganzjährige Versorgung des Tiefenwassers mit Luftsauerstoff in der Grössenordnung von 6 bis 10 g pro 1000 l Wasser, denn unter diesen Voraussetzungen geht aus dem Sediment praktisch kein Phosphor mehr in Lösung. Zudem ermöglicht dieser Sauerstoffvorrat auch das normale Fischleben und das Fortkommen der Fischlarichbrut.

Die Abschwemmung von ungenutztem Dünger aus den Kulturländern respektive die diffuse Zuleitung von Phosphaten kann kaum allein mit technischen Massnahmen bekämpft werden. Einmal muss eine gewässerschutzkonforme Düngepraxis Platz greifen, und andererseits müssen abschwemmgefährdete Landflächen mehr für die Graswirtschaft genutzt werden.

Der Projekt-Wettbewerb zeigte auf, dass mit verschiedenen technischen Methoden das Tiefenwasser mit Sauerstoff versorgt werden kann. Die geschätzten Kosten variieren in weiten Grenzen für Bauinstallationen und Betrieb. Die Anlagen müssen gemäss den Studien der EAWAG über viele Jahre dauernd oder intermittierend in Betrieb stehen. Sie müssen daher robust in Konstruktion und einfach im Betrieb sein. Energiekosten sind mitzuberücksichtigen. Das Preisgericht hat im Juli 1981 über die Projekte und Preise entschieden und Empfehlungen vorgebracht.

Der Kanton Aargau akzeptierte das Resultat der Preis- und Fachrichter.

Für den Hallwilersee geht die enge Zusammenarbeit mit den Behörden des Kantons Luzern weiter. Die Massnahmen laufen nun in verschiedenen Phasen ab.

#### 1. Versuchphase

mit dem Verfahren «Tanytarsus» des Ingenieurbüros U. Schaffner und W. Hollenweger, Wohlen, und E. Jungo, Zürich, mit Belüftung unter Einsatz von reinem Sauerstoff. Die offensichtlich sehr geringen Investitionskosten verlangen eine nähere Abklärung der Tauglichkeit der Methode. Es wurde der Baldeggsee als Versuchsgewässer dafür aussersehen.

#### 2. Versuchphase

Intensive Untersuchung des Hallwilersees gemeinsam mit der EAWAG vor dem Eingriff mit technischen Mitteln.

#### 3. Phase

Nach erfolgreichem Abschluss der Phase 1 im Baldeggsee wird das Projekt für den Hallwilersee ausgearbeitet.

#### 4. Phase

Die Finanzierung der Bau- und Betriebskosten muss sichergestellt werden.

Wir denken an die folgende Trägerschaft für den Bau: Bund, Kantone Aargau und Luzern, Seegemeinden.

Wir denken zum Beispiel an die Gründung eines Zweckverbandes für Bau und Betrieb.

#### 5. Phase

Bau der Anlagen

#### 6. Phase

Betrieb und Überwachung des Erfolges. Sollte die erste Phase wider Erwarten nicht zum Erfolg führen, dann würden die Verfahren «Oligo» und allenfalls «Aquarium» in die Detailprojektierung genommen.

Der zeitliche Ablauf der Sanierungsmassnahmen kann heute lediglich der Grössenordnung nach abgeschätzt werden.

- Versuche im Baldeggsee 1 Jahr ab Neujahr 1982
- Wenn erfolgreich: Detailprojektierung ½ Jahr
- Finanzierung ½ Jahr
- Lieferung und Einbau 1 Jahr

Betriebsaufnahmen im günstigsten Falle 2½ bis 3 Jahre oder im Jahre 1985.

Das Gutachten der EAWAG vom 31. Mai 1979 kommt für den Hallwilersee zu folgendem Schluss:

«Wir erachten eine Belüftung des Hypolimnions, kombiniert mit einer Zwangsdurchmischung im Winter und bei einer verbleibenden P-Belastung von 11,4 t/Jahr als genügend, um im See nach 6 Jahren einen Zustand dauernder Aerobie und eine verordnungskonforme Produktion zu erreichen. Sollte dieses Ziel nicht völlig zu erreichen sein, bleibt als Option die Erweiterung der Belüftungsanlage oder die Tiefenwasserableitung, wobei ihre Auswirkungen auf den Aabach vorerst abzuklären wären.»

Somit könnte im aargauischen Seetal um das Jahr 1990 die dauernde Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers des Hallwilersees festlich gefeiert werden, und damit wäre es offenbar auch mit den Massenentwicklungen von Blaualgen, die jahrzehntelang das Antlitz des Sees vom Frühjahr bis in den Herbst geprägt haben, vorbei.

Adresse des Verfassers: Dr. Erwin Märki, Chef Abteilung Gewässerschutz des Kantons Aargau, Obere Vorstadt 40, 5000 Aarau.  
Ausführungen anlässlich einer Pressekonferenz vom 3. September 1981 in Hitzkirch.

## Kanton Luzern

### Paul Baumann

Meinen Ausführungen möchte ich voranstellen, dass sie vorerst einmal aus der Sicht unserer Fachstelle formuliert worden sind. Selbstverständlich sind wir nicht die entscheidende Instanz; das ist der Regierungsrat des Kantons Luzern. Wir werden uns jedoch bemühen, unsere Anträge an den Regierungsrat – wenn sie einmal gestellt werden können – so zu dokumentieren und zu begründen, dass die vorgesetzte Behörde über genügend Entscheidungsgrundlagen verfügen wird.

Mit dem Abschluss des Ingenieur-Wettbewerbes beginnt für uns die Phase der Realisierung. Dabei ziehen wir in Betracht, beim Baldeggsee eine Tiefenwasserbelüftung und beim Sempachersee eine Tiefenwasserbelüftung gegebenenfalls in Kombination mit einer Tiefenwasserableitung einzurichten. Die Installationen der Tiefenwasserbelüftung werden während der Winterszeit auch die Zwangszirkulation der Wassermassen ermöglichen.

Der Wettbewerb hat uns einen Vorschlag gebracht, der eine überraschend einfache Lösung für die Tiefenwasserbelüftung und die Zwangszirkulation aufzeigt. Es handelt sich um das Projekt Tanytarsus der Ingenieurgemeinschaft Schaffner + Hollenweger, Wohlen, und Jungo, Zürich. Es erhielt den ersten Preis für die Tiefenwasserbelüftung und die Zwangszirkulation im Hallwilersee und wurde vom Preisgericht für alle drei Seen zur Weiterbearbeitung empfohlen.

Indem aus einer Verteilstation am Ufer der Seen über ein am Boden verankertes Leitungsnetz reiner Sauerstoff in die tieferen Wasserschichten eingeleitet wird, kann auf jegliche grössere bauliche Konstruktion im Wasser, beispielsweise nach dem System Wahnbachtalsperre oder nach den Vorschlägen anderer Wettbewerbsteilnehmer, die für die Lösung dieser Aufgabe teilweise Schwimmflosse beachtlicher Grösse oder gewaltige Türme benötigten, verzichtet werden.

Die Einleitung und die Ausbreitung des reinen Sauerstoffes im Wasser muss nun aber durch Versuche in natura noch überprüft werden. Es bestehen unter den Fachpreisrichtern kaum Bedenken, dass dieses System nicht oder nur schlecht funktionieren sollte. Es ist jedoch ohne die entsprechenden Messungen in den wirklichen Verhältnissen eines Sees nicht möglich, die Einrichtungen für den Sauerstoffeintrag und die erforderliche Anzahl Zuleitungsstellen zu optimieren.

Der Empfehlung des Preisgerichtes folgend werden die Gewässerschutzfachstellen der beiden Kantone ihren vorgesetzten Departementen beantragen, am Baldeggsee einen Belüftungsversuch durchführen zu lassen.

Da die Ergebnisse des Belüftungsversuches nach dem System Tanytarsus allen drei Seen zugute kommen werden, ist es zweckmässig, dass die beiden Kantone Luzern und Aargau weiterhin zusammenarbeiten und dass die Kosten

für die Durchführung dieses Versuches wiederum auf beide Kantone anteilmässig aufgeteilt werden.

Der Baldeggsee wurde ausgewählt, weil er sich aus verschiedenen Gründen am besten dazu eignet. Einerseits wirkt sich die Situation des Baldeggsees, die dadurch gegeben wird, dass er als geschütztes Objekt von jeglicher äusserer Störung (Schiffahrt usw.) abgeschirmt ist, günstig aus. Andererseits weist er eine maximale Tiefe auf, die zwischen dem Hallwilersee (am wenigsten tief) und dem Sempachersee (am tiefsten) liegt. Von grosser Bedeutung ist auch die Tatsache, dass die EAWAG (Seenforschungsinstitut Kastanienbaum) seit einiger Zeit im Baldeggsee Strömungsmessungen durchführt.

Der Schweizerische Bund für Naturschutz (SNB), ist über das Vorhaben orientiert und begrüsst das Vorgehen der Kantone. Es wird nun Aufgabe der Ingenieure Schaffner und Jungo sein, für die Durchführung des Belüftungsversuches die technischen Grundlagen zu erarbeiten und die zu erwartenden Kosten zu ermitteln.

In Zusammenarbeit mit der EAWAG und dem SBN konnte das Programm für die nächste Zukunft wie folgt festgelegt werden:

- bis Mitte September 1981: Vorschlag für den Ingenieurvertrag für die Durchführung des Belüftungsversuches. Damit verbunden ist eine Kostenschätzung für die Kreditbeschaffung.

- im Winter 1981: Betrieb der Zwangszirkulation.

- ab Frühjahr 1982: Belüftungsversuch (Dauer ca. 1 Jahr). Die Installationen für den Belüftungsversuch sind so auszubilden, dass sie später Bestandteil der definitiven Belüftungseinrichtungen werden.

Bei positivem Ausgang des Belüftungsversuches wird das Gewässerschutzamt dem Regierungsrat des Kantons Luzern beantragen, das System Tanytarsus für die Belüftung des Baldegg- und des Sempachersees gleichzeitig einzurichten.

Eine Tiefenwasserableitung kommt im Baldeggsee zurzeit nicht in Frage. Im Sempachersee soll diese Möglichkeit jedoch bis zum Stadium eines allgemeinen Bauprojektes weiterverfolgt werden. Das Gewässerschutzamt wird sich dabei wiederum auf die Empfehlungen des Preisgerichtes abstützen und dem für diesen See mit einem ersten Preis dotierten Projekt Aqua nostra des Ingenieurbüros Desserich + Funk, Luzern, den Vorzug für die Weiterbearbeitung geben.

Das ausserhalb der Wettbewerbsordnung eingereichte Alternativprojekt des Ingenieurbüros Eggstein, Luzern, sieht eine Verbindungsleitung zwischen dem Sempachersee und der Reuss vor. Dadurch könnten grössere Wassermengen vom Sempachersee zur Reuss und in umgekehrter Richtung transportiert werden. Unter Ausnutzung der Höhendifferenz zwischen dem Sempachersee und der Reuss ist es denkbar, ein Kraftwerk einzubauen und Energie zu erzeugen. Das Projekt Eggstein bietet ausserdem Möglichkeiten, den Seespiegel zu regulieren und somit die Suhrekorrektion zu umgehen. Auch limnologisch wäre es interessant, weil es die theoretische Wassererneuerungszeit des Sempachersees von bisher 17 Jahren auf etwa 4 bis 6 Jahre reduzieren würde. Selbst ohne eine Seebelüftung würde es in einigen Jahren dazu führen, dass die angestrebten Zielvorstellungen im Sempachersee erreicht wären.

Die Anlagekosten wurden mit rund 36 Millionen Franken errechnet. Damit das Kraftwerk einigermassen wirtschaftlich betrieben werden könnte, verbliebe der Suhre nur noch eine kleine Restwassermenge.

Zurzeit laufen über den Luzerner Kantonsingenieur Abklä-

rungen wegen bestehender Wasserrechte und über den Projektverfasser wegen möglicher Beteiligung der Elektrowirtschaft.

Es ist noch nicht überblickbar, ob das Alternativprojekt Eggstein eine Chance hat, verwirklicht zu werden. Einerseits sind es die hohen Anlagekosten, andererseits die zu erwartenden komplizierten Rechtsverhältnisse in einem Konzessionserteilungsverfahren, die schon noch einige Barrieren bilden.

Die Sanierung des Sempachersees erduldet jedoch keinen Verzug mehr. Aus diesem Grunde ist die Tiefenwasserbelüftung vordringlich einzurichten. Mit dem Entscheid über eine zusätzliche Tiefenwasserableitung kann wohl noch etwas abgewartet werden, bis die Resultate der erwähnten Abklärungen über das Alternativprojekt Eggstein vorliegen.

Adresse des Verfassers: Paul Baumann, Vorsteher kantonales Amt für Gewässerschutz Luzern, Klosterstrasse 31, 6002 Luzern.

Ausführungen anlässlich einer Pressekonferenz vom 3. September 1981 in Hitzkirch.

## *Eindickung und biologische Entseuchung von Abwasserschlamm durch submerse Umwälzbelüftung*

*Franz Pöpel und Siegfried Mangold*

Abwasserschlamm muss aus umwelthygienischen Gründen aufbereitet werden, um dieses Abfallprodukt beseitigen oder verwerten zu können. Dies hat so einfach, betriebssicher und wirtschaftlich als möglich zu geschehen. Außerdem sollte das gewählte Aufbereitungsverfahren die zu beseitigenden oder zu verwertenden Schlamm-Mengen möglichst weitgehend vermindern. Diese umwelt-hygienischen und betrieblichen Forderungen können durch die Anwendung der folgenden Verfahrensschritte erfüllt werden:

1. Eindickung und Entseuchung von Abwasserschlamm durch submerse Umwälzbelüftung.
2. Anaerobe Stabilisierung des eingedickten und entseuchten Abwasserschlammes, um diesen entweder in Schlammteichen speichern oder landwirtschaftlich verwerten zu können; oder
3. Entwässerung des eingedickten und entseuchten Abwasserschlammes auf Filterpressen, um den Filterkuchen dann anschliessend geordnet deponieren zu können.

Im nachfolgenden wird nur auf die Eindickung und Entseuchung von Abwasserschlamm durch submerse Umwälzbelüftung eingegangen.

### *1. Die Eindickung von Abwasserschlamm durch submerse Umwälzbelüftung*

#### *Die Schwerkrafteindickung von Abwasserschlamm*

Die Feststoffgehalte von wasserreichen Abwasserschlämmen mit aerober belebter Substanz, zu denen auch der Überschussschlamm biologischer Abwasserreinigungsanlagen gehört, werden bisher in Standeindickern während einer längeren Sedimentation von mehrstündiger bis mehrtagiger Dauer auf 4 bis 6 % erhöht. Da jedoch der belebten Substanz während der Eindickungsphase der Luftsauerstoff für ihren aeroben Stoffwechsel fehlt, wechselt diese automatisch zum anaeroben Stoffwechsel über, bei dem stinkende Faulgase entwickelt werden, die den Eindickungsprozess hindern und Geruchsbelästigungen ver-