

# ***Trophiegrad des Lauerzersees im Zeitraum von 1904 bis 1919***



Ausschnitt der Sammlung Bachmann, EAWAG, Dübendorf

***eruiert aufgrund von Planktonproben der Sammlung Bachmann***

# I. Inhaltsverzeichnis

|                                     | Seite |
|-------------------------------------|-------|
| I. Inhaltsverzeichnis               | 2     |
| 1. Einleitung und Auftragserteilung | 3     |
| 2. Methoden                         | 3     |
| 3. Resultate und Schlussfolgerung   | 5     |
| 4. Literaturverzeichnis             | 7     |

## 1. Einleitung und Auftragserteilung

Im Lauerzersee erfolgte in den letzten Jahrzehnten eine Eutrophierung wie in vielen anderen Mittellandseen der Schweiz auch. Während der heutige Gewässerzustand mit biologischen, chemischen und physikalischen Messungen belegt ist, weiss man über den früheren Zustand des Lauerzersees wenig. Daher wurde mittels im Sediment eingelagerten Kieselalgenschalen die trophische Entwicklung des Sees und der Gesamtphosphorgehalt über die Zeit rekonstruiert (AQUAPlus 2002, 2006). Dieses Verfahren hat sich bewährt und es wurde in vielen benachbarten Seen des Lauerzersees angewandt. Im Lauerzersee waren aber die Kieselalgenschalen nur von der Sedimentoberfläche bis in rund 50 cm Sedimenttiefe (entspricht ca. Ende der 1960er Jahre) erhalten. In den älteren Sedimentschichten waren die Schalen aufgelöst. Daher konnte der trophische Zustand mit dem Verfahren der Kieselalgen-Rekonstruktion nicht eruiert werden. Um trotzdem den früheren Zustand abschätzen zu können, wurde in verschiedenen Algensammlungen der Schweiz nach historischen Proben gesucht. Im Rahmen dieser Suche konnten in der Sammlung Bachmann, EAWAG Dübendorf, etliche Proben vom Lauerzersee der Jahre 1904 bis 1919 gefunden werden.

Das Amt für Umweltschutz des Kantons Schwyz beauftragte uns diese Proben mikroskopisch zu bearbeiten und allenfalls vorhandene Kieselalgen zu präparieren und zu bestimmen. Das Ziel der Untersuchung ist, den trophischen Zustand des Lauerzersees der Jahre 1904 bis 1919 zu charakterisieren.

## 2. Methoden

Die Sammlung Bachmann konnten wir am 12. Juni 2006 an der EAWAG in Dübendorf in Begleitung von Herrn Dr. Hansrudolf Bürgi besichtigen. Die Sammlung Bachmann enthielt in drei Kartonschachteln Planktonproben des Lauerzersees der Periode 1904 bis 1919 (siehe Foto Titelblatt). Von diesen Proben, welche zu unterschiedlichen Jahreszeiten, in verschiedenen Wassertiefen und mit unterschiedlichen Methoden entnommen wurden, haben wir 8 Proben ausgewählt. Diese Proben waren mit Formalin fixiert. Wir haben dabei die Proben so ausgewählt, dass von jedem Untersuchungsjahr mindestens eine Probe der Periode 1904 bis 1919 vorhanden war. Zudem wählten wir Proben unterschiedlicher Jahreszeiten (März bis November) und Sammelmethode (Horizontalfang, Vertikalzug, Oberflächenzug, etc.) aus. Im Tabellenkopf der Tabelle 1 (Taxaliste) sind diese 8 Proben zusammengestellt und zwar mitsamt allen uns bekannten Angaben. Weitere Informationen zu den Proben wie Publikationen, Notizen, Protokolle, etc. haben wir nicht gefunden.

Anschliessend wurden die 8 Proben mikroskopisch untersucht, indem die dominierenden Taxa soweit möglich und sinnvoll bestimmt wurden. Die mikroskopische Durchsicht zeigte, dass drei Algengruppen dominierend vorhanden waren. Es waren dies die Gattung *Dinobryon* (Goldalge), die Dinoflagellaten und die Kieselalgen. Im Folgenden das methodische Vorgehen der Bearbeitung dieser drei Gruppen.

#### *Kieselalgen*

Zur Bestimmung der Kieselalgen wurden zwei Proben präpariert (Salz- und Schwefelsäureaufschluss, Einbetten in Naphrax). Es waren dies die Probe vom 12. April 1911 und eine Mischprobe der restlichen 7 Proben. Als Einzelprobe wurde nur diejenige Probe vom 12. April 1911 präpariert, da diese Probe viele Kieselalgen aufwies. Alle anderen Proben wiesen wohl Kieselalgen auf, aber nur wenige (Betrachtung im Hellfeld, 40x-fache Vergrösserung). Daher wurde eine Mischprobe über alle anderen 7 Proben hinweg gemacht. Die Bestimmung der Kieselalgen erfolgte mehrheitlich nach KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991). Die Lebensgemeinschaft wurde mittels Zählung von mindestens 500 Schalen erfasst. Das Vorkommen der einzelnen Taxa innerhalb der Probe erfolgt mittels prozentualer Häufigkeit.

#### *Goldalgen*

Die Arten und Variationen der Gattung *Dinobryon* wurden mit Prof. Hans Ruedi Preisig der Universität Zürich bestimmt. Die Bestimmung erfolgte nach STARMACH (1985). Die Dichte der Organismen in der Probe wurde mit fünf Häufigkeitsklassen geschätzt (+ = vereinzelt, ++ = wenige Individuen, +++ = regelmässiges Auftreten, ++++ = häufig bis sehr häufig, +++++ = dominierend in der Probe). Auf das Ansetzen von Absetzkammern wurde verzichtet, weil kein quantitativer Bezug bekannt war und nur die dominierenden Taxa bestimmt werden sollten.

#### *Dinoflagellaten*

Bei den Dinoflagellaten traten nur zwei Taxa auf. Die Bestimmung erfolgte nach POPOVSKY & PFIESTER (1990), wobei die Gattung *Peridinium* nur selten vorkam und kein Individuum für die Bestimmung in der richtigen Lage sich befand. Dichteschätzung gemäss Goldalgen.

### 3. Resultate und Diskussion

In der Periode zwischen 1904 und 1919 traten in den Planktonproben der Sammlung Bachmann nur wenige Taxa auf. Dominierend waren bei den **Phytoplanktern** die Taxa *Ceratium hinrundinella* (Dinoflagellat) und *Dinobryon sociale*, *D. divergens* und *D. sertularia* (Goldalgen). Die Kieselalgen traten nur in der Probe vom 12. April 1911 regelmässig auf. In den anderen Proben waren die Kieselalgen nicht häufig vorhanden. Beim **Zooplankton** konnten nur wenige Individuen gefunden werden. Es waren dies Vertreter der Rädertiere (*Asplanchna* sp., *Filinia longiseta*, *Keratella* sp. und *Polyarthra* sp. sowie vereinzelt Blatt- und Ruderfusskrebse.

#### **Taxazahl**

Insgesamt waren also eher wenig Phytoplanktonarten in den acht Proben vorhanden. Dies dürfte zwei Gründe haben. Einerseits wurden nicht Absetzkammern zum Bestimmen und Zählen der Planktonproben angesetzt, da es in der vorliegenden Untersuchung um die dominierenden Taxa ging und nicht um eine möglichst vollständige Taxaliste. Andererseits hat vermutlich die Art der Probenahme (Beprobung eines Teillebensraumes wie der Oberfläche oder in 5 m Tiefe) und die lange Dauer der Archivierung der konservierten Proben (was ein Zerfall von Kolonien und das Auflösen von feinen Einzellern zur Folge haben kann) zu geringer Artenzahl geführt. Bei den gut zu konservierenden Kieselalgen waren vergleichsweise hohe Taxazahlen vorhanden. So wies die Probe vom 12. April 1911 auf 521 bestimmte und gezählte Kieselalgenschalen 26 Taxa auf. Das stetige Vorkommen derselben Arten über eine Periode von 15 Jahren deutet aber auch darauf hin, dass der See sich in einem stabilen trophischen Zustand befand.

#### **Dinoflagellaten**

Unter den Dinoflagellaten waren vor allem *Ceratium hinrundinella* häufig. Dieses Taxon ist sehr weit verbreitet und trat damals in vielen Seen der Schweiz auf (BACHMANN 1911). PITARD (1897) erwähnt das Taxon auch für den Lauerzersee. Er beprobte den Lauerzersee im August und September des Jahres 1896. Gemäss BACHMANN (1911) erschien dieses Taxon zum Beispiel im Vierwaldstättersee während des ganzen Jahres. Einzig die Gestalt (drei- oder vierhörig) und die Grösse variierte im Jahresverlauf. Nach POPOVSKY & PFIESTER (1990) kommt das Taxon in oligotrophen bis eutrophen Seen vor.

#### **Goldalgen**

Unter den Goldalgen war die Gattung *Dinobryon* in fast jeder Probe vorhanden. Sie fehlten nur in der Probe vom 14. März 1912. Als Arten erschienen: *D. sociale* mit den Variationen *spititatum* und *americana*, *D. divergens* mit der Variation *schauinslandii* und *D. sertularia*. Diese Gattung ist in unseren Seen der Schweiz ebenfalls weit verbreitet. PITARD (1897) wie auch BACHMANN (1911) erwähnen das Vorkommen von *Dinobryon sertularia* im Lauerzersee.

Gemäss der neuen Studie von NIESEL et al. (2004) ist die Ökologie der Gattung *Dinobryon* gut bekannt. Diese Autoren haben in Zusammenhang mit Trinkwassernutzungen 1499 Planktonproben aus 24 verschiedenen Talsperren analysiert. Die Gattung *Dinobryon* konnte in 490 der 1499 Planktonproben nachgewiesen werden. Die Gattung trat demnach mit erhöhter Biomasse in oligo- bis mesotrophen und geschichteten Gewässern auf mit Gesamtposphorkonzentrationen von  $< 25 \mu\text{g P/l}$ . In den Wintermonaten wurde sie nicht gefunden. Die Sichttiefen betrugen zwischen 3 und 12 m und der pH-Wert war unter 8. Es erwies sich, dass die Art einen hohen Lichtanspruch hat und daher häufig bei hohen Sichttiefen auftrat.

### Kieselalgen

Die wichtigsten planktischen Kieselalgenarten waren *Asterionella formosa*, *Cyclotella comensis* und *C. cyclopuncta*, *Fragilaria crotonensis* und *F. ulna* (inkl. Variation *acus* und *F. dilatata*) sowie *Tabellaria flocculosa*. Während die Taxa *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis* und *Tabellaria flocculosa* in meso- bis eutrophen Gewässern vorkommen (NIESEL et al 2004) und in unseren Seen normalerweise mit Beginn der Eutrophierung an Bedeutung zunehmen, treten die beiden Cyclotellaarten *C. comensis* und *C. cyclopuncta* in oligo- bis mesotrophen Seen auf sowie vor der in den Schweizer Mittellandseen bekannten Eutrophierung des 20. Jahrhunderts. Dies wurde auch im Lauerzersee so festgestellt (AQUAPLUS 2002).

### Fazit

In der Periode von 1904 bis 1919 traten im Lauerzersee einige wenige Phytoplankter dominierend auf. Es waren dies Vertreter der Gattung *Dinobryon* (Goldalge), *Ceratium hirundinella* (Dinoflagellat) sowie Kieselalgen. Die Gattung *Dinobryon* wie auch die vorkommenden Kieselalgen *Cyclotella comensis* und *C. cyclopuncta* sind typisch für oligo- bis mesotrophe Seen. Die Gattung *Dinobryon* erscheint gemäss einer neuen Studie gehäuft bei einem Gesamtposphorgehalt von weniger als  $25 \mu\text{g P/l}$ . Aufgrund des ebenfalls häufigen Vorhandenseins von *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis* und *Tabellaria flocculosa* (alles Kieselalgen), welche vorwiegend in meso- bis eutrophen Seen und zu Beginn der Eutrophierung vorkommen, dürfte der Lauerzersee in der untersuchten Periode von 1904 bis 1919 nicht mehr oligotroph sondern bereits **mesotroph** gewesen sein.

## 4. Literaturverzeichnis

- AQUAPLUS (2002): Entwicklung des Gesamtphosphors im Lauerzersee anhand der im Sediment eingelagerten Kieselalgen Rekonstruktion seit ca. 1968. Im Auftrag des AfU SZ, nicht publiziert.
- AQUAPLUS (2006): Ergänzungen zur Rekonstruktion der Trophiegeschichte und des Gesamtphosphors des Lauerzersees mittels im Sediment eingelagerten Kieselalgen Rekonstruktion anhand des Langkernes, entnommen durch die Limnogeologie der ETH Zürich. Im Auftrag des AfU SZ, nicht publiziert.
- BACHMANN, H. (1911): Das Phytoplankton des Süswassers mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstättersee. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Luzern. Heft VI, 213 Seiten.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1986-1991): Bacillariophyceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.): Süswasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1, 2/2, 2/3 und 2/4. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- NIESEL, V., CHORUS, I., HOEHN E., SUBRACK, R. & WILLMITZER H. (2004): Prognosemodell der Artenzusammensetzung des Talsperren-Phytoplanktons. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF-Projekt): Strategien zur Vermeidung des Vorkommens ausgewählter Algen- und Cyanobakterienmetabolite im Wasser. 115 Seiten.
- PITARD, M. E. (1897): Comptes rendus des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève. Archives des Science Physiques de Naturelles, 102<sup>e</sup> année (4<sup>e</sup> période) 3: 77-79.
- POPOVSKY, J. & PFIESTER, L.A. (1990): Dinophyceae (Dinoflagellida). In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.): Süswasserflora von Mitteleuropa. Band 6. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- STARMACH (1985): Chrysophyceae und Haptophyceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.): Süswasserflora von Mitteleuropa. Band 1. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Tab. 1. Taxaliste auserwählter Lauerzersee-Planktonproben der Sammlung Bachmann.

| Gewässer  | Probenahmedatum | Probenahmetechnik und Wassertiefe siehe Fussnote | Lauerzersee     |                 |                 |                |                 |                |                |                |       |
|---|-----------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|   |                 |  | 2.11.1904<br>1) | 28.8.1905<br>2) | 12.4.1911<br>3) | 9.9.1911<br>4) | 14.3.1912<br>5) | 8.7.1912<br>6) | 6.6.1919<br>7) | 6.6.1919<br>8) |       |
| <b>Phytoplankton</b>                                  |                 |  |                 |                 |                 |                |                 |                |                |                |       |
| <i>Oscillatoria</i> sp.                               |                 | Blaualge   |                 | +               |                 |                |                 |                |                |                |       |
| <i>Ceratium hirundinella</i>                          |                 | Dinoflagellat                                    | +++             | ++              |                 | +              |                 | +              |                |                | ++    |
| <i>Peridinium</i> sp.                                 |                 | Dinoflagellat                                    | ++              |                 |                 | +              |                 |                | +              |                | +     |
| <i>Dinobryon</i> sp. (alle Taxa zusammen)             |                 | Goldalge   | +++++           | +++++           | ++              | +              |                 | +++++          | +++++          | +++++          | +++++ |
| <i>Dinobryon sociale</i>                              |                 | Goldalge   | +++             | +               | ++              |                |                 |                |                |                | +     |
| <i>Dinobryon sociale</i> var. <i>spittatum</i>        |                 | Goldalge   | ++              |                 |                 |                |                 |                |                |                |       |
| <i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>        |                 | Goldalge   | ++              |                 | ++              |                |                 |                |                |                | +     |
| <i>Dinobryon divergens</i>                            |                 | Goldalge   | ++              | +++             |                 |                |                 | +++++          | +++++          | +++++          |       |
| <i>Dinobryon divergens</i> var. <i>schauinslandii</i> |                 | Goldalge   |                 | +               |                 |                |                 |                |                |                | +     |
| <i>Dinobryon sertularia</i>                           |                 | Goldalge   | ++              |                 | +               |                |                 |                |                |                |       |
| Kieselalgen siehe separate Zählliste in Tab. 2        |                 |  | +               |                 | +++             |                |                 |                | ++             |                |       |
| <b>Zooplankton</b>                                    |                 |  |                 |                 |                 |                |                 |                |                |                |       |
| <i>Asplanchna</i> sp.                                 |                 | Rädertier  |                 | +               |                 |                |                 |                |                |                | +     |
| <i>Filinia longiseta</i>                              |                 | Rädertier  |                 |                 |                 |                |                 |                |                |                | +     |
| <i>Keratella</i> sp.                                  |                 | Rädertier  |                 | +               |                 |                | +               |                |                |                | +     |
| <i>Polyarthra</i> sp.                                 |                 | Rädertier  |                 | +               |                 |                |                 |                |                |                | +     |
| Nauplius-Larve  |                 | Rudersfußkrebs                                   |                 | +               |                 |                |                 |                |                |                |       |
| <i>Daphnia</i> sp.                                    |                 | Blattfußkrebs                                    |                 | +               |                 |                |                 |                |                |                |       |

**Legende**

**Sammelmethode und Bemerkungen:** 1) Horizontalfang, 2) 19.2 °C, 3) Oberflächenzug, 4) Vertikalfang, 5) Totalfang, 6) Seemitte horizontal, 7) 5 m, 8) Oberflächentfang.  
**Dichteangabe:** + = vereinzelt, ++ = wenige Individuen, +++ = regelmäßiges Auftreten, ++++ = häufig bis sehr häufig, +++++ = dominierend in der Probe.

**Tab. 2. Kieselalgentaxliste von Lauerzersee-Planktonproben der Sammlung Bachmann.  
Fettgedruckte Taxa wiesen eine relative Häufigkeit von  $\geq 1\%$  auf.**

| <b>Gewässer</b>  | <b>Lauerzersee</b> | <b>Lauerzersee</b> |
|--|--------------------|--------------------|
| <b>Probenahmedatum</b>   | 1904-1919*         | 12.4.1911          |
| <b>Zähllistennummer AquaPlus</b>                                   | 13974              | 13975              |
| Achnanthes clevei GRUNOW   |                    | 0.4                |
| Achnanthes minutissima KUETZING                                    | 0.7                |                    |
| <b>Achnanthes minutissima var. affinis (GRUNOW) LANGE-BERTALOT</b> |                    | <b>1.2</b>         |
| Amphora inariensis KRAMMER   |                    | 0.2                |
| <b>Asterionella formosa HASSALL</b>                                | <b>0.6</b>         | <b>53.0</b>        |
| Caloneis bacillum (GRUNOW) CLEVE                                   |                    | 0.8                |
| Caloneis CLEVE   |                    | 0.4                |
| Cocconeis placentula EHRENBERG                                     | 0.2                |                    |
| <b>Cyclotella (KUETZING) BREBISSON</b>                             |                    | <b>4.4</b>         |
| <b>Cyclotella comensis (Artengruppe) sensu lato</b>                |                    | <b>18.6</b>        |
| <b>Cyclotella cyclopuncta HAKANSSON et CARTER</b>                  |                    | <b>3.3</b>         |
| Cyclotella pseudostelligera HUSTEDT                                |                    | 0.2                |
| Cyclotella radiosa (GRUNOW) LEMMERMANN                             | 0.2                | 0.8                |
| Cymatopleura elliptica (BREBISSON) W.SMITH                         | 0.2                |                    |
| Cymatopleura solea (BREBISSON) W.SMITH                             | 0.2                |                    |
| Cymbella helvetica KUETZING  |                    | 0.4                |
| Cymbella minuta (Artengruppe) sensu lato                           |                    | 0.6                |
| Denticula tenuis KUETZING  | 0.6                |                    |
| Diatoma vulgare BORY DE SAINT VINCENT                              |                    | 0.8                |
| <b>Fragilaria crotonensis KITTON</b>                               |                    | <b>1.3</b>         |
| <b>Fragilaria dilatata (BREBISSON) LANGE-BERTALOT</b>              | <b>2.8</b>         |                    |
| Fragilaria parasitica (W.SMITH) GRUNOW                             |                    | 0.2                |
| Fragilaria pinnata sensu lato                                      |                    | 0.4                |
| <b>Fragilaria ulna (NITZSCH) LANGE-BERTALOT</b>                    | <b>14.2</b>        | <b>0.4</b>         |
| Fragilaria ulna var. acus (KUETZING) LANGE-BERTALOT                | 3.0                | 0.8                |
| Gomphonema olivaceum (HORNEMANN) BREBISSON                         |                    | 0.8                |
| Gomphonema pumilum (GRUNOW) LANGE-BERTALOT et REICHARDT            |                    | 0.2                |
| Gyrosigma attenuatum (KUETZING) RABENHORST                         |                    | 0.2                |
| Navicula subhamulata GRUNOW  |                    | 0.2                |
| Nitzschia angustata (W.SMITH) GRUNOW                               |                    | 0.2                |
| Nitzschia pura HUSTEDT   |                    | 0.2                |
| Surirella splendida (EHRENBERG) KUETZING                           | 0.2                |                    |
| <b>Tabellaria flocculosa (ROTH) KUETZING</b>                       | <b>77.3</b>        | <b>10.4</b>        |
| Anzahl gezählte Schalen  | 541                | 521                |
| Taxazahl   | 12                 | 26                 |
| Diversität   | 1.20               | 2.40               |

\* Mischprobe von 7 Planktonproben der Jahre 1904 bis 1919 (siehe Tab. 1).