

# Egelsee P-Rekonstruktion anhand von Kieselalgen



Kurzbericht, 16.12.2019

Auftraggeber: Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft,  
Gewässerschutz, Baudirektion, Kanton Zürich



Büro für Gewässerökologie  
und Wassertechnik

Dr. J. Guthruf, Dr. K. Guthruf-Seiler    Tel.: +41 31 781 49 40,  
Hängertstrasse 13 g, 3114 Wichtrach    E-Mail: [info@aquatica-gmbh.ch](mailto:info@aquatica-gmbh.ch)

## Impressum

- Autorin:** Sonja Hausmann
- Fachliche Begleitung:** Pius Niederhauser
- Auftraggeber:** AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Gewässerschutz, Baudirektion, Kanton Zürich
- Zitiervorschlag:** Hausmann S., Aquatica GmbH (2019). Egelsee P-Rekonstruktion anhand von Kieselalgen, Kurzbericht im Auftrag des AWEL Kt. Zürich: 7 Seiten.
- Zusammenarbeit:** Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit der EAWAG, Abteilung Oberflächengewässer, Arbeitsgruppe Sedimentologie durchgeführt.
- Dank:** Einen herzlichen Dank an Alois Zwysig, dessen grosse Erfahrung eine zeitgerechte und kompetente Sedimententnahme ermöglichte. Alois Zwysig stellte uns zudem die Fotos der Sedimentstiche zur Verfügung.
- Besonderen Dank auch an die Leiterin der Gruppe Sedimentologie, Frau Dr. Nathalie Dubois und ihr Team im Labor, welche die Blei- und Cäsiummessungen analysierten und interpretierten, ohne die die Altersmodellierungen nicht erstellt hätten werden können.
- Titelbild:** Vorbereitung zur Bohrung im Egelsee, Foto Pius Niederhauser

## 1. Einleitung

### 1.1. Beschreibung des Egelsees

Das Einzugsgebiet des 6 m tiefen, 390 m langen und 140 m breiten Egelsees besteht hauptsächlich aus landwirtschaftlichen Nutzflächen (67%). Der Rest sind Siedlungsflächen (15%), Gewässer (4%), unproduktive Flächen (6%) und Wald (8%).

1981 war der See mit 300 µg/L Gesamtposphor sehr nährstoffreich. Regelmässige Untersuchungen des Egelsees finden seit 1990 statt. Der Egelsee ist heute mit 100 µg/L Gesamtposphor immer noch ein eutropher See.

Aufgrund der Gewässermorphometrie wurde für den Egelsee das ökologische Ziel auf 40 µg/L Gesamtposphorgehalt festgelegt (AWEL 2019).

Ziel dieser Untersuchung ist die Entwicklung der Kieselalgenesellschaften und daraus den jeweiligen Gesamtposphorgehalt im See zu rekonstruieren.

### 1.2. Seesedimente als Umweltarchive

Seesedimente sind Umweltarchive, welche Informationen über den Seezustand vor Beginn des Seemonitorings ermöglichen. Bereits die Farbe des Sediments erlaubt Rückschlüsse auf den Sauerstoffgehalt des Sees über Grund.

Die silikathaltigen Schalen von Kieselalgen sind kaum abbaubar und werden deswegen im Sediment akkumuliert. Die Artenzusammensetzung der Kieselalgen variiert je nach Trophiegehalt. Mikroskopische Analysen der aufbereiteten Seesedimente ermöglichen eine Artbestimmung, und frühere Nährstoffgehalte können im Vergleich mit Referenzseen ermittelt werden (SMOL 2009). Durch paläolimnologische Untersuchungen können somit die Erfolge von Bewirtschaftungsmassnahmen beurteilt werden.

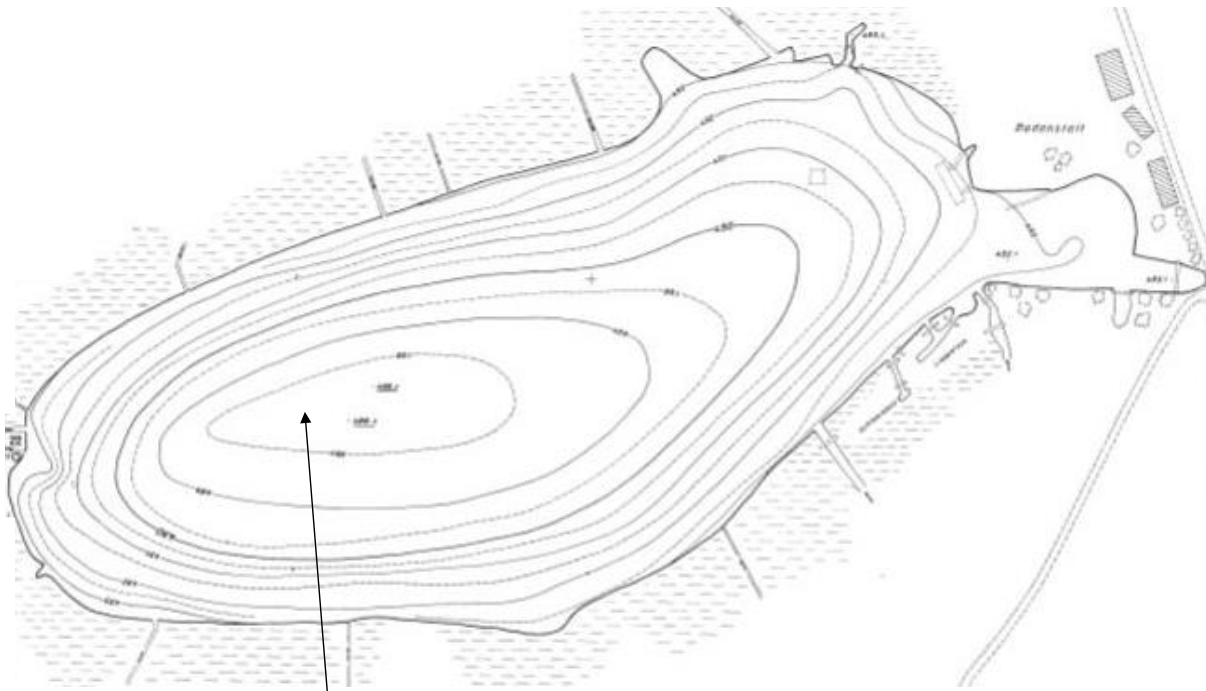
## 2. Methode

### 2.1. Bohrung und Datierung der Sedimente

Das Seesediment wurde mit einem UWITEC Kurzkernbohrgerät mit Schlagvorrichtung am 3.7.2019 von A. Zwysig (Eawag), P. Niederhauser (AWEL) und S. Hausmann (Aquatika) in einer Wassertiefe von 6.0 m an der Stelle mit den Koordinaten 2'704'303.8, 1'234'947.3 (LV 95) entnommen. Der Sedimentkern war 80.5 cm lang. Das Kernmaterial ist bei der Eawag archiviert.

Die Sedimente wurden anhand von Messungen der Blei-210 und Cäsium-137 Radionukleotide mit einem Germanium Well Detector (HPGe, Gammaskpektrometer) an der Eawag datiert. Die Altersmodelle stützen sich auf die Cäsium-137 Peaks der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl vom 26. April 1986 und des Atombombentests von 1963 (APPLEBY 2008).

Zusätzlich analysierte die Eawag das biogene Silikat sowie Kohlenstoff und Schwefel und führte eine XRF Messung durch. Im Bericht wird nur auf das biogene Silikat eingegangen. Die Archivierung der Daten erfolgt beim AWEL.



Bohrort, 6 m tief

**Abbildung 1:** Bathymetrische Karte Egelsee, Äquidistanz 1 m (AMT FÜR GEWÄSSERSCHUTZ UND WASSERBAU 1983).

## 2.2. Kieselalgen

Für die Kieselalgenanalyse wurden in der Regel alle 5 cm jeweils 1 ml Sediment mit einer abgeschnittenen Plastikspritze mit einem Durchmesser von 1 cm entnommen. Das Sediment wurde mit Schwefelsäure nach SCHAUMBURG ET AL. (2004) behandelt. Die gereinigten Kieselalgen wurden auf Deckgläschen aufgetragen. Die homogen abgetrockneten Proben wurden in Naphrax© eingebettet und je Tiefe mindestens 300 Schalen mit Interferenzkontrast-Optik bei einer 1000-fachen Vergrößerung anhand der Bestimmungsliteratur von KRAMMER UND LANGE-BERTHALOT (1986-91) identifiziert. Die gereinigten Kieselalgen-Schalen und Präparate sind beim AWEL archiviert.

Die Kieselalgenvergesellschaftung des Egelsees wurde mit denen von Referenzseen mit bekanntem Nährstoffgehalt verglichen (HAUSMANN UND KIENAST 2006). Die Rekonstruktionen und Diagramme wurden mit dem Programm C2 (JUGGINS 2007) erstellt.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1. Bohrung und Datierung der Sedimente

Der 2019 entnommene Sedimentkern ist 80.5 cm lang. Der Tschernobyl-Peak (1986) ist bei 29.5 cm und der Atombomben-Peak (1963) bei 40.5 cm (Abb. 2). Das Altersmodell ( $R^2 = 1$ ) ergab eine Sedimentationsrate von 0.43 cm/Jahr (Abb. 2). Der 80.5 cm lange Sedimentkern umfasst damit 189 Jahre und reicht bis 1830 zurück.

Von 80.5 cm (1830) bis 43 cm (1955) ist das Sediment hell und wird dann, ähnlich wie im Lützelsee, schlagartig dunkel (HAUSMANN 2019) Ab 25 cm (1994) wechselt die Farbe zu mittelbraun (Abb. 2).

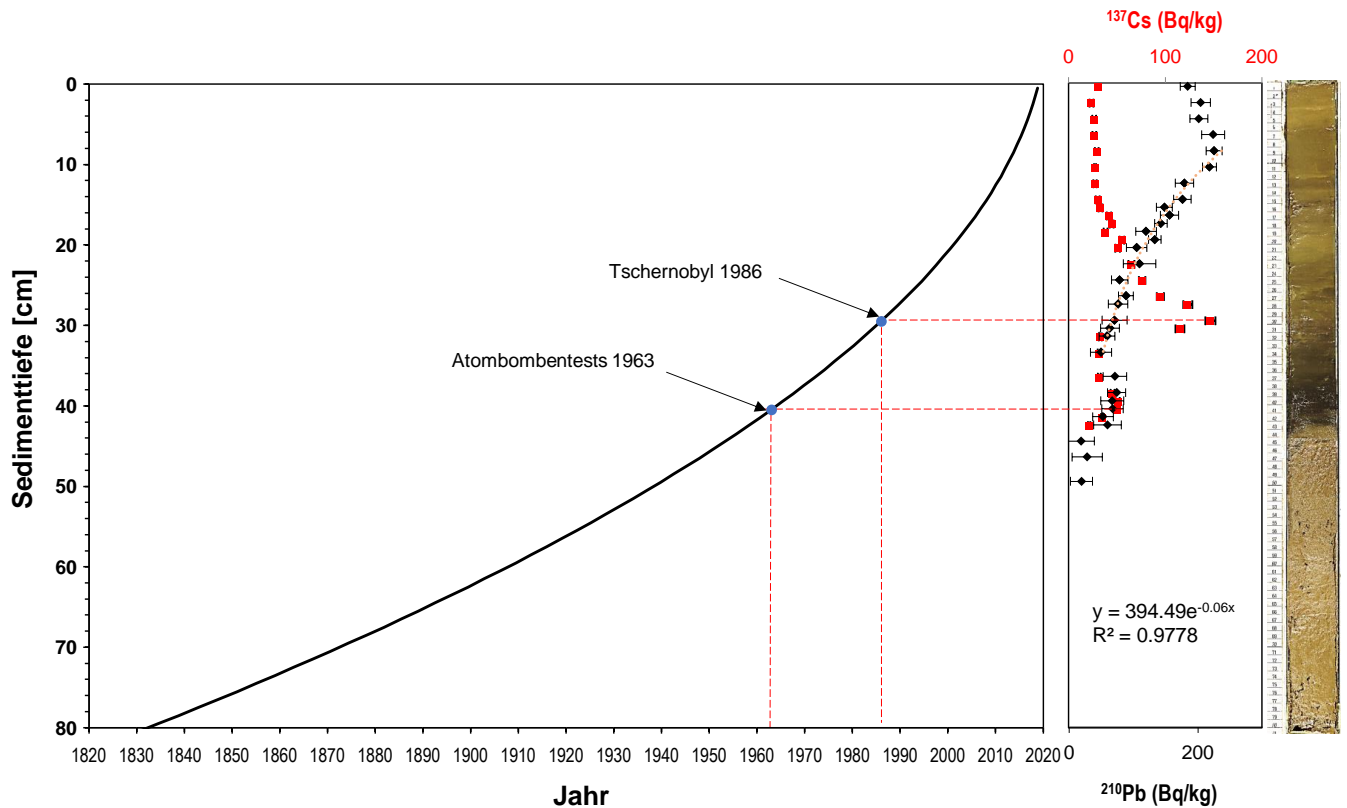


Abbildung 2: Altersmodell Egelsee, Radioaktivitäten von Blei- und Cäsium, Sedimentkern.

### 3.2. Kieselalgen

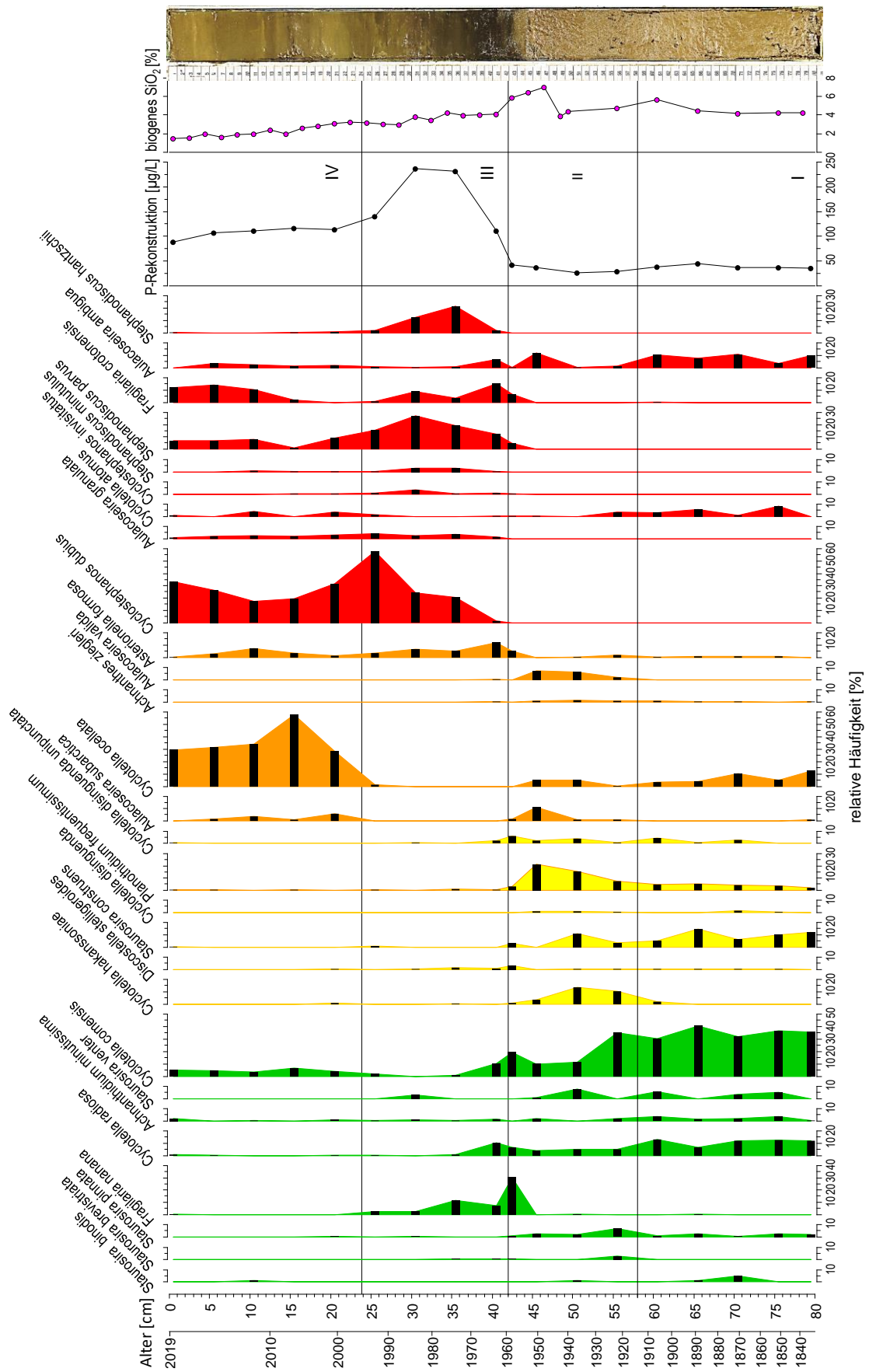
Die fossile Kieselalgenvergesellschaftung kann in vier Zonen eingeteilt werden (Abb. 3):

**Zone I** (80 bis 53 cm, 1830 bis 1930): Der Sedimentkern beginnt bei 80.5 cm (1830) mit 35% *Cyclotella comensis* und 10% *Cyclotella radiosa*. Die Sedimentfarbe ist hellbraun, der rekonstruierte Gesamtphosphorgehalt liegt für 100 Jahre bei 35 µg/L. Da dieses Gebiet besiedelt war, könnte diese Belastung auf die präindustrielle Landwirtschaft zurückzuführen zu sein.

**Zone II** (53 bis 42 cm, 1930 bis 1960): Der Egelsee zeigt mit dem Aufkommen von *Aulacoseira subarctica* und *A. valida* Zeichen von Belastung. *Cyclotella comensis* geht um 20% zurück.

**Zone III** (42 bis 24 cm, 1960 bis 1993): Auf eine zunehmende Belastung weisen auch *Asterionella formosa* (20%), *Stephanodiscus hantzschii* (20%) und *Stephanodiscus parvus* (27%) hin. Bis zu den 90-er Jahre steigt die relative Häufigkeit von *Cyclostephanos dubius* auf 60% an. Diese Arten sind typisch für eutrophe Nährstoffverhältnisse. Gleichzeitig wird das Sediment schlagartig sehr dunkel, was für niedrige Sauerstoffverhältnisse über Grund spricht. Der rekonstruierte Gesamtphosphorgehalt steigt in den 80-er Jahren bis auf 237 µg/L an.

**Zone IV** (24 bis 0 cm, 1993 bis 2019): *Cyclotella ocellata* wird die häufigste Kieselalge. Der Anteil von *Cyclostephanos dubius* bleibt weiterhin hoch. Der rekonstruierte Gesamtphosphorgehalt entspricht mit 108 µg/L den gemessenen Werten und ist nur noch etwa halb so hoch wie in den 80-er und frühen 90-er Jahren. Das biogene Silikat nimmt ab, was auf ein Wachstum von anderen Algengruppen hinweist (Abb. 3).



**Abbildung 3:** Relative Häufigkeit der Kieselalgen des Egelsees mit einem Vorkommen grösser als 1 %. Die Arten sind sortiert nach ihrem Optimum für Gesamtphosphor (Grün: <35, Gelb: >35, Orange: >40, Rot: >60 in [µg/L]). Gesamtphosphor Rekonstruktion und biogenes Silikat.

## 4. Schlussfolgerung

Der Egelsee ist als kantonales Naturschutzgebiet seit 1983 geschützt. Die Ausscheidung von grosszügigen Nährstoffpufferzonen rund um den See verbesserte die Nährstoffsituation im See deutlich. Trotzdem ist der Egelsee immer noch sehr nährstoffreich und die Kieselalgenvergesellschaftung noch stark beeinträchtigt. Der Zustand, wie er vor 1930, also vor der Intensivierung der Landwirtschaft herrschte, konnte noch nicht wieder erreicht werden. Ähnlich wie im Lütelsee war damals *Cyclotella comensis* die dominante Art im Egelsee.

## 5. Literatur

- APPLEBY, P. (2008). Three decades of dating recent sediments by fallout radionuclides: a review. *Holocene* 18, p. 83–93.
- AMT FÜR GEWÄSSERSCHUTZ (1983). Kartenausschnitt des Egelsees.
- AWEL (2018). Wasser und Gewässer 2018, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Gewässerschutz, Baudirektion, Kanton Zürich.
- AWEL (2019). Egelsee: Beurteilung des Seezustands. Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Gewässerschutz, Baudirektion, Kanton Zürich.
- HAUSMANN S. UND KIENAST, F. (2006). A diatom-inference model for nutrients screened to reduce the influence of Background variables: application to varved sediments of Greifensee and evaluation with measured data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 233: p. 96-112.
- Hausmann S., Aquatica GmbH (2019). Lütelsee P-Rekonstruktion anhand von Kieselalgen, Kurzbericht im Auftrag des AWEL Kt. Zürich: 9 Seiten.
- JUGGINS. S. (2007). C2 Version 1.5 User guide. Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation. Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK. 73 pp.
- KRAMMER, K. UND LANGE-BERTHALOT H. (1986-91): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Bacillariophyceae. 2/1: Naviculaceae, 876 pp.; 2/2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 596 pp.; 2/3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 576 pp.; 2/4: Achnanthaceae, 437 pp.
- SCHAUMBURG J. ET AL. (2004). Macrophytes and phytobenthos as indicators of ecological status in German lakes – a contribution to the implementation of the Water Framework Directive, *Limnologia* 34, 302–314.
- SMOL J.P. (2009), Pollution of lakes and rivers: a paleoenvironmental perspective, 2nd edition, Blackwell Publishing Ltd., 389 pp.