

Der Greifensee

Symbiose von Naherholung und Naturschutz?



Neujahrsblatt
der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich NGZH
224. Stück | 2022

Florentina Gartmann und Frank Auderset

Hauslabor für die Eawag-Wasserforschung

Andri Bryner und Piet Spaak

Der Greifensee ist ausserhalb des Kantons Zürichs nicht so vielen Leuten bekannt, doch weil das Wasserforschungsinstitut Eawag seit 1970 in Dübendorf den Hauptsitz hat, ist er sehr gut erforscht. Für gewisse Themen, zum Beispiel die Einführung einer einheitlichen Beprobung von kleinen Zuflüssen aus landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten, kommt ihm für die ganze Schweiz Modellcharakter zu. Zusammen mit anderen Forschungspartnern — wie Empa oder ETH Zürich — sowie mit kantonalen Stellen forscht und entwickelt die Eawag aktuell moderne, automatisierte Untersuchungsmethoden, welche helfen, das «System See» noch besser zu verstehen und wo nötig frühzeitig auf unerwünschte Entwicklungen reagieren zu können.

Dass der Greifensee durch die Eawag, das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs, so gut erforscht ist, ist einem Parkplatzproblem zu verdanken. Denn eigentlich plante die 1936 als «Beratungsstelle der ETH für Abwasserreinigung und Trinkwasserversorgung» gegründete und laufend gewachsene Institution anderswo einen Neubau — erst am Zürichsee, dann im Zürcher Hochschulquartier und schliesslich in der «Tüffenwies» an der Limmat. Doch die Pläne scheiterten an Einsprachen von Nachbarn und an «Forderungen der Stadt hinsichtlich der Zufahrt und des Einbaus von Unterbringungsmöglichkeiten für 28 Automobile» (Zitat aus dem Jahresbericht von 1962). So zog das renommierte Institut schliesslich 1970 — gegen den Willen einiger Abteilungsleiter — auf die grüne Wiese nach Dübendorf, wo der Bund auf dem Areal der Empa noch Landreserven hatte → **Abbildung 1**. Von dort ist es ein Katzensprung an den Greifensee. Es lag auf der Hand, dass dieser vermehrt in den Fokus der Gewässerforscherinnen und -forscher kam.

Zudem lässt sich das Gewässer gut für die Ausbildung von Studierenden nutzen → **Abbildung 2**. Im Bootshaus Maur lag daher seit 1978 das Boot «Forch» und seit 2013 dessen Nachfolger, die «Otto Jaag» → **Abbildung 3**, benannt nach dem langjährigen, 1978 verstorbenen Direktor der Eawag. Die Wissenschaftler nutzen es für die Entnahme von Wasser-, Algen- und Sedimentproben und zur Messung von chemischen und physikalischen Grössen im See. Als einziges, nicht für den Kursbetrieb fahrendes Schiff auf



Abbildung 1
Das Hauptgebäude der
Eawag am Chriesbach
in Dübendorf.



Abbildung 2
Kurs zu aquatischer
Toxikologie mit dem
Boot «Forch» (1979).



Abbildung 3
Schiffstaufer der
«Otto Jaag» (2013).

dem Greifensee ist die Otto Jaag motorisiert. Sie war daher auch schon für Rettungsaktionen im Einsatz oder als Spezialfall 2016 für Filmaufnahmen zur SRF-Serie «Der Bestatter».

Überdüngung im Fokus

Eines der zentralen Forschungsthemen am Greifensee war und ist dessen Überdüngung mit Nährstoffen, namentlich mit Phosphor → **Wasserqualität des Greifensees: Entwicklung – Zustand – Ausblick**. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Eawag haben schon in den 1970er Jahren versucht, mit Messungen und Stoffflussanalysen herzuleiten, welches die Quellen und welches die genauen Mengen der jeweiligen Stoffe im See sind, wie die ergriffenen Gegenmassnahmen wirken und ob allenfalls auch seeinterne Massnahmen eine Besserung für den «kranken See» bringen könnten. Gerade die Forderung nach einer Belüftung oder Zwangszirkulation für den Greifensee wurde immer wieder laut, zuletzt nach einem grösseren Fischsterben im Sommer 1999. Die Eawag empfahl, keine grossen Eingriffe zu tätigen, da zu viele Faktoren – unter anderem die «Altlasten» von Phosphor im Sediment – eine Naturverlaichung der Felchen auf lange Sicht unmöglich machen. 2009 installierte der Kanton dann trotzdem eine Belüftung, mit zwei Diffusoren in gut 12 Metern Tiefe in der Sprungschicht. Sie sorgte auf einer kleinen Fläche für ausreichend Sauerstoff. Ob das Überleben der Felchen wirklich davon abhängig ist, blieb offen → **Fische und Fischerei – eine bewegte Geschichte**. Die Anlage ist zwar zurzeit noch im See, aber schon länger nicht mehr in Betrieb, weil sich die Situation im Tiefenwasser damit nicht verbessern lässt.

Modell-See für die ganze Schweiz

Nicht nur in Bezug auf Phosphor, sondern auch für andere Problemstoffe im Wasser diente der Greifensee sozusagen als «Hauslabor» für die Eawag. So untersuchten die Forschenden 1972 in einer Pilotstudie im Greifensee-Einzugsgebiet, wie sich «alternative Gewässerschutzmassnahmen» auf die Gewässer der ganzen Schweiz auswirken könnten (**Bundi & Roberts, 1974**). Unter «alternativ» verstand man die Summe aller Massnahmen zur Reduktion der Frachten, aber auch Ausbauten in der

Siedlungsentwässerung und der Abwasserreinigung. Man muss sich dabei vor Augen halten, dass bis 1968 erst rund 40 % der kommunalen Abwässer im Einzugsgebiet des Greifensees biologisch und chemisch gereinigt wurden, gut 30 % nur mechanisch-biologisch und über ein Viertel ungeklärt in den See flossen. Schon damals zeigten die Szenarien der Eawag allerdings klar auf, dass mit einer Verbesserung bei den häuslichen Abwässern allein der See noch nicht saniert werden kann, da von verschiedenen Stoffen bedeutende Mengen diffus, also ohne den Weg über eine Abwasserreinigungsanlage, in den See gewaschen werden. So schlossen die Untersuchungen schon in den 1970er Jahren auch Schwermetalle, Chlorid und Sulfat mit ein (Hegi, 1976). Ausserdem entstanden aus den Quantifizierungen dann die ersten, noch zweidimensionalen Seemodelle mit denen verschiedene Szenarien nachgebildet, respektive vorausgesagt werden konnten (Imboden & Gächter, 1978).

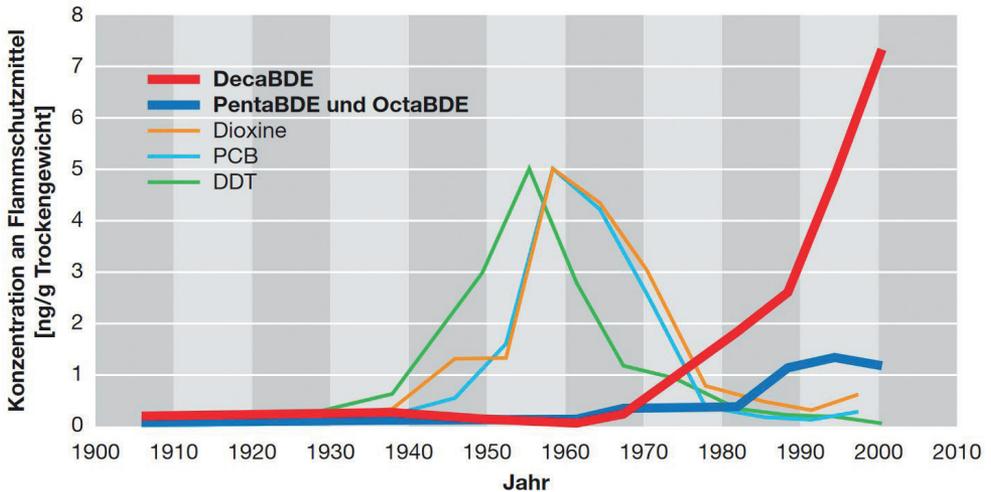
Neue oder neu messbare Problemstoffe

Dank neu entwickelter, hochempfindlicher Analysegeräte erkannten die Umweltchemiker der Eawag früh, dass sich im Greifensee und seinen Sedimenten auch weitere Stoffe aus menschlichen Tätigkeiten nachweisen lassen. Darunter finden oder fanden sich ökotoxikologisch nicht unbedenkliche Chemikalien, zum Beispiel die fluorhaltigen Weissmacher aus Waschmitteln (Stoll & Giger, 1997), das lange in Bitumenbahnen häufig eingesetzte Herbizid Mecoprop (Bucheli et al., 1998) oder das antibakteriell wirkende Triclosan, das in vielen Kosmetika und Desinfektionsmitteln enthalten ist (Singer et al., 2002). Die Projekte zeigten zumeist auf, woher die Stoffe stammten und wie sie sich im See verhalten. Vor allem interessiert die Frage, ob sie abgebaut werden oder sich sogar längerfristig im See oder im Sediment anreichern können. Dank ihrer Jahresschichten → **Abbildung 4** können die Sedimente ganze Stoffgeschichten erzählen und dienen als Umweltarchiv auch für Stoffe, die über die Atmosphäre eingetragen werden. So zeigt eine gemeinsam mit der Empa durchgeführte Studie, wie der Einsatz von schwer abbaubaren, teils hormonaktiven, bromierten Flammschutzmitteln ab 1960 langsam, ab 1980 rasant zugenommen hat. Aus den Analysen eines gut 150 cm langen Bohrkerns lässt sich auch ablesen, wie die Konzentrationen ab 1995 wieder leicht abnahmen, nachdem man die Toxizität der

A



B



Abbildungen 4A und 4B (oben)

Ein Sedimentkern wird aus dem Greifensee gezogen (A). In seinen Jahreslagen (B) konnten die Forschende von Empa und Eawag ab den 1970er Jahren eine rasante Konzentrationszunahme von drei verschiedenen Flammschutzmitteln feststellen.

Abbildung 5 (unten)

Zunahme der Flammschutzmittel in den Sedimentlagen des Greifensees. Während die Konzentration der hormonaktiven Penta- und OctaBDE seit dem freiwilligen Verzicht der Hersteller, bzw. seit dem Verbot 2004, sinkt, steigt diejenige des Ersatzprodukts DecaBDE weiter an.

Verbindungen erkannt und sie verboten hatte. Die Forscher deckten allerdings auch auf, dass die Konzentrationen eines Ersatzproduktes stark ansteigen → **Abbildung 5 (Zennegg et al., 2007)**. Aktuellere Daten aus dem Sediment sind leider noch nicht verfügbar.

Pestizide aus Siedlung und Landwirtschaft

Ab 2000 standen in vielen Greifenseestudien der Eawag die Pestizide im Zentrum. In Teileinzugsbieten wurde untersucht, welche Anteile an der Stofffracht aus Landwirtschaftsflächen und welche aus dem Siedlungsgebiet stammen. Da etliche Stoffe sowohl in Bioziden als auch in Pflanzenschutzmitteln zugelassen sind, ist diese Unterscheidung nicht trivial (**Wittmer, 2010**). Die Untersuchungen an der Mönchaltorfer Aa haben aber wesentliche Grundlagen geliefert für die schweizweite Beurteilung von organischen Mikroverunreinigungen in den Gewässern und für ein einheitliches Vorgehen der Kantone bei den Probenahmen (**Wittmer et al., 2014**). Was den Stoffeintrag über die Kläranlagen betrifft, ist Besserung in Sicht, denn der strategische Ausbau der Kläranlagen mit einer zusätzlichen Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen läuft → **Elimination von Spurenstoffen aus dem Abwasser**.

Wichtig ist daher eine weitere Reduktion der diffus in die Zuflüsse und den See gelangenden Pestizidmengen aus den Landwirtschaftsflächen. Weil der See die Aktivitäten im Einzugsgebiet gewissermassen integriert, lassen sich diese Mengen verhältnismässig einfach bestimmen. Und weil die Eawag, zum Beispiel für das (inzwischen verbotene) Maisherbizid Atrazin, schon ab 1990 Daten erhoben hat, konnte auch immer wieder Bilanz gezogen werden. Leider wurden die vom Bund mit der Einführung von Direktzahlungen für Ökomassnahmen ab 1993 gesetzten Ziele nicht erreicht. Zwar wurden die eingesetzten Pestizidmengen verringert, jedoch verfehlten die Massnahmen, die den Pestizidabtrag von den behandelten landwirtschaftlichen Kulturen vermindern sollten, ihre Wirkung zum grössten Teil (**Singer, 2005**). Ausserdem tauchen inzwischen neue Wirkstoffe auf, die schon in extrem tiefen Konzentrationen ökotoxikologisch relevante Wirkungen auf Gewässerorganismen oder Algen haben können (**Chiaia-Hernández et al., 2020**).

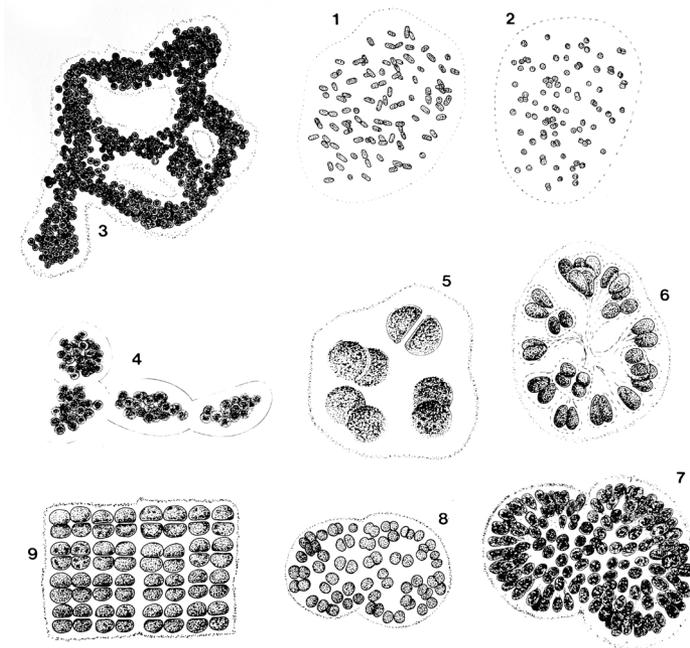


Abbildung 6

Limnologische
Bildtafeln von 1979:
Die Art oben links
(Nummer 3) ist
Microcystis aeruginosa,
eine Blaualge
(Cyanobakterium),
die auch im Greifensee
schon massenhaft
vorgekommen ist.

Algenvielfalt steigt mit Rückgang der Überdüngung

Das Forschen in den Tiefen des Greifensees zeigt exemplarisch auf, wie sich Fragestellungen und Methoden über die Jahre verändert haben. 1970 publizierte die Eawag eine Studie über die «Populationsdynamik und Produktion des Zooplanktons im Greifensee und im Vierwaldstättersee» (Mittelholzer, 1970). Anfangs standen dabei vor allem Bestandesaufnahmen → **Abbildung 6** und die quantitative Erfassung der Biomasse im Vordergrund sowie die Frage, wie sich das Absterben des pflanzlichen und tierischen Lebens auf die Sedimentation und damit wiederum auf den Nährstoffhaushalt des Sees auswirken. Mehr und mehr folgten aber auch Untersuchungen zu funktionalen Zusammenhängen sowie zur Veränderung der Planktonzusammensetzung → **Abbildung 10** unter den wieder sinkenden Phosphorkonzentrationen im See (Bürgi et al., 2003). Heute erfolgen die Planktonaufnahmen teilweise automatisiert und nahezu online mit Flowzytometrie und Unterwassermikroskop sowie computergestützter Bildanalyse (siehe Abschnitt weiter hinten).



Abbildung 7 (links)

Der Haubenwasserfloh (*Daphnia galeata*) ist mit gut 1.5 mm Grösse eine beliebte Beute für Fische.

Abbildung 8 (rechts)

Der Rüsselwasserfloh (*Bosmina*) ist nur halb so gross.

Während der Periode der starken Überdüngung ($P_{\text{total}} > 250 \text{ mg/m}^3$) dominierten die Chlorophyten und Cryptomonaden, während Diatomeen (Kieselalgen) und Dinoflagellaten wenig vertreten waren und auch Cyanobakterien (Blaualgen) und Chrysomonaden hatten kaum Bedeutung. Mit abnehmendem Phosphorgehalt stieg die Biomasse der Cyanobakterien an, auch Diatomeen erreichten wieder substantielle Anteile. Chlorophyten und Dinoflagellaten nahmen ab. Interessanterweise zeigte die Zooplankton-Gemeinschaft kaum grosse Veränderungen. Hauptanteil haben hier die herbivoren Crustaceen (Kleinkrebse), nur rund 20 % der Zooplankton-Biomasse ist karnivor. Mit sinkendem Phosphorgehalt stiegen Artenreichtum und Diversitäts-Indices beim Plankton an.

Jurassic Park aus dem Greifensee

Unter anderem hat die Überdüngung des Greifensees in den 1970/80er Jahren dazu geführt, dass die Wasserflohart *Daphnia longispina* mit der invasiven Art *Daphnia galeata* hybridisierte und schliesslich von *Daphnia galeata* und Hybriden verdrängt wurde. Wasserflöhe → Abbildung 7 und 8 gehören zu den Kleinkrebsen. Sie können — zum Beispiel bei Nahrungsmangel — Dauereier produzieren, aus denen erst in besseren Zeiten wieder ein lebendiger Organismus heranwächst. Da die Eier in den datierbaren Sedimentschichten sauerstofffrei eingelagert sind, kann ihre Erbsubstanz auch nach über 100 Jahren noch bestimmt werden. Neben den Erbgutanalysen haben die Forschenden auch über 40 Jahre alte Dauereier im Labor wieder zum Leben erweckt. Das Experiment à la «Jurassic Park» ist keine Spielerei: So konnte die Eawag rückwirkend prüfen, welche Wasserflohart 1960 im See dominierte.

Auch die Toleranz gegenüber den hohen Bleikonzentrationen (bis in die 1980er Jahre war Benzin verbleit), wurde untersucht. Tatsächlich waren die Tiere aus den 1960er bis 1980er Jahren widerstandsfähiger gegenüber Bleiverschmutzungen im Wasser als heutige Artgenossen. Als die Bleiverschmutzung wieder abnahm, verloren die Wasserflöhe ihre Resistenz (Turko et al., 2016). Die Art *Daphnia longispina* allerdings ist trotz der heute deutlich besseren Wasserqualität nicht wieder in den Greifensee zurückgekehrt. Evolutions- und Anpassungsprozesse können also sehr schnell ablaufen, aber anthropogene Veränderungen der Umwelt können massive und nicht wieder voll umkehrbare Auswirkungen auf Tierarten haben (Brede et al., 2009 und Brede & Spaak, 2010). Die Analyse der Umwelt-DNA erlaubt es den Forschenden, zahlreiche weitere Fragen zur Vergangenheit der Artenzusammensetzung zu beantworten. So dienten Sedimentproben aus dem Greifensee zur Rekonstruktion der Diversität und Besiedlungsdichte mit Cyanobakterien (Blualgen) (Monchamp et al., 2018).

Der automatisierte Blick in den See

Seit 2011 schwimmt eine weitgehend automatisierte Messplattform der Eawag im unteren Teil des Sees → **Abbildung 9**.

Abbildung 9

Automatische
Messplattform der
Eawag auf dem
Greifensee.



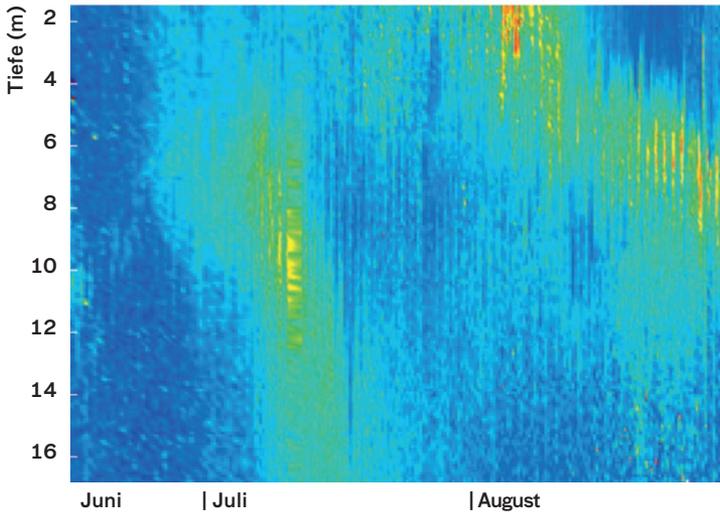


Abbildung 10

Algendaten der automatisierten Messplattform vom Sommer 2011. Orange und gelb sind Bereiche, wo das Verhältnis Phyco-cyanin (das Fotosynthese-Pigment der Blaualgen) zu Chlorophyll-A erhöht war. Daraus lässt sich ablesen, wie die Blaualgen im Juli noch in der Tiefe blieben. Erst im August wurden sie an der Oberfläche dominant.

Nebst physikalischen und chemischen Grössen, werden Daten zur Algen- und Planktongemeinschaft erfasst → **Abbildung 10**. Die Daten werden über das Mobilfunknetz zur Verarbeitung nach Dübendorf übermittelt. Ein Durchflusszytometer kann nicht nur die Zellen in verschiedenen Seetiefen zählen, sondern dank einer Abtastung mit Lasern auch zuordnen, zu welchen Artgruppen das Plankton gehört. So kann dessen Dynamik über die Saison oder gar über den Tag verfolgt werden. Ein Beispiel sind auch hier die Cyanobakterien, die sich je nach Temperatur und Lichtverhältnissen in verschiedenen Tiefen aufhalten. Sie interessieren besonders, da einzelne Arten Toxine produzieren können. Bei einem massenhaften Vorkommen an der Oberfläche drohen Badeverbote und am Ufer ist Vorsicht angebracht, z. B. mit Hunden oder spielenden Kleinkindern. Ein aktuelles Forschungsprojekt sucht daher Lösungen, wie solche Blaualgenblüten frühzeitig vorhergesagt werden könnten.

Einen einzigartigen Blick in den See erlaubt das Aquaskop der Eawag. Der Begriff steht für ein (ebenfalls automatisiertes) Unterwassermikroskop. Es «knipst» aktuell in drei Metern Tiefe laufend digitale Bilder vom Plankton → **Abbildung 11**. Mit einer eigens dafür entwickelten Bilderkennungssoftware werden diese dann analysiert für weitere Auswertungen. Die Aufnahmen sind für jedermann einsehbar unter: www.aquascope.eawag.ch.



Abbildung 11

Einige neue Aufnahmen vom automatischen Unterwassermikroskop «Aquascope» im Greifensee.

Seesanieung mit Hokuspokus?

Neben der Wissenschaft und den Expertinnen und Experten aus der Verwaltung halten auch weitere Personen Vorschläge bereit, wie der «kranke Greifensee» zu sanieren wäre. So forderte nach dem Fischsterben von 1999 eine Firma, man sollte ihr «energetisch aufgeladenes Quarzmehl» in den See streuen. Ohne Sauerstoff, aber mit der «Information von Sauerstoff» auf dem Pulver sollte die aerobe Mikrobiologie damit katalysiert werden, priesen die Anbieter ihr Produkt an. Die Ausführungen widersprechen einer naturwissenschaftlich anerkannten Auffassung von chemischen und mikrobiellen Prozessen deutlich. Dennoch testete die Eawag das Pulver in reproduzierbaren Versuchen mit 15 Sedimentkernen über 100 Tage unter vorgängig definierten Bedingungen. Eingesetzt wurden unter anderem neue Sensoren, welche in der Grenzschicht zwischen Wasser und Sediment Unterschiede der Sauerstoffkonzentrationen im Mikrometerbereich erfassen können. Die Resultate waren ernüchternd: Zwischen einem Placebopulver und dem angepriesenen «Wirkstoff» zeigten sich keine Unterschiede in der Wirkung. «Aufgrund dieser Ergebnisse und meiner Informationen über das Verfahren muss ich davon ausgehen, dass Herr X ein gerissener Geschäftsmann, aber kein Erfinder ist», schrieb später einer der beteiligten Forscher einem Journalisten. Auf Grossversuche im See wurde verzichtet.

Der Greifensee war und ist für die Eawag eine Art Hauslabor und Freilufthörsaal. Gleichzeitig ist er ein Umweltarchiv, das den Einfluss der Menschen spiegelt. Hier lernen Studierende und Teilnehmende von praxisorientierten Kursen die grundlegenden Abläufe in einem See kennen. Forschende testen neue Methoden. Und hier rücken interessante Fragestellungen ins Zentrum, zum Beispiel zu Stoffeinträgen über die Atmosphäre, zu Rückkehrchancen für verdrängte Arten oder zur Vorhersage für Blaualgenblüten. Der Greifensee gehört zu den am besten erforschten Seen der Welt, trotzdem bietet er uns immer wieder Überraschungen. Entsprechend werden der Greifensee und die Eawag wohl immer miteinander verbunden bleiben.

Literatur

- Brede, N., & Spaak, P. 2010. *Daphnia* populations affected by eutrophication. Eawag News [engl. ed.], 68, 8–10.
- Brede, N., Sandrock, C., Straile, D., Spaak, P., Jankowski, T., Streit, B., & Schwenk, K. 2009. The impact of human-made ecological changes on the genetic architecture of *Daphnia* species. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America PNAS, 106(12), 4758–4763.
- Bucheli, T. D., Müller, S. R., Voegelin, A., & Schwarzenbach, R. P. 1998. Bituminous roof sealing membranes as major sources of the herbicide (R,S)-mecoprop in roof runoff waters: potential contamination of groundwater and surface waters. Environmental Science and Technology, 32(22), 3465–3471.
- Bundi, U., & Roberts, P. V. 1974. Ursprung und Ausmass der Phosphorbelastung des Greifensees, heute und im Jahr 2000. Neue Zürcher Zeitung (57)
- Bürgi, H. R., Bühner, H., & Keller, B. 2003. Long-term changes in functional properties and biodiversity of plankton in Lake Greifensee (Switzerland) in response to phosphorus reduction. Aquatic Ecosystem Health and Management, 6(2), 147–158.
- Chiaia-Hernández, A. C., Scheringer, M., Müller, A., Stieger, G., Wächter, D., Keller, A. Hollender, J. 2020. Target and suspect screening analysis reveals persistent emerging organic contaminants in soils and sediments. Science of the Total Environment, 740, 140181 (10 pp.).
- Hegi, H. R. 1976. Schwermetalle (Fe, Mn, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn) im Pelagial des Bodensees (Obersee und Untersee) und des Greifensees. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie, 38, 35–47.
- Imboden, D. M., & Gächter, R. 1978. A dynamic lake model for trophic state prediction. Ecological Modelling, 4(2–3), 77–98.

- Mittelholzer, E. 1970. Populationsdynamik und Produktion des Zooplanktons im Greifensee und im Vierwaldstättersee. *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie*, 32(1), 90–149.
- Monchamp, M. E., Spaak, P., Domaizon, I., Dubois, N., Bouffard, D., & Pomati, F. 2018. Homogenization of lake cyanobacterial communities over a century of climate change and eutrophication. *Nature Ecology & Evolution*, 2, 317–324.
- Singer, H., Müller, S., Tixier, C., & Pillonel, L. 2002. Triclosan: occurrence and fate of a widely used biocide in the aquatic environment: field measurements in wastewater treatment plants, surface waters, and lake sediments. *Environmental Science and Technology*, 36(23), 4998–5004.
- Singer, H. 2005. Pestizideintrag ins Gewässer – Forschung trifft Politik. *Eawag News [dtsh. Ausg.]*, 59, 16–19.
- Stoll, J. M. A., & Giger, W. 1997. Determination of detergent-derived fluorescent whitening agent isomers in lake sediments and surface waters by liquid chromatography. *Analytical Chemistry*, 69(13), 2594–2599.
- Turko, P., Sigg, L., Hollender, J., & Spaak, P. 2016. Rapid evolutionary loss of metal resistance revealed by hatching decades-old eggs. *Evolution, International Journal of Organic Evolution*, 70(2), 398–407.
- Wittmer, I. K. 2010. Influence of agricultural pesticide and urban biocide use on load dynamics in surface waters [Doctoral dissertation]. ETH Zürich.
- Wittmer, I., Stamm, C., Singer, H., & Junghans, M. 2014. Mikroverunreinigungen – Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus diffusen Einträgen. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Eawag.
- Zennegg, M., Kohler, M., Hartmann, P. C., Sturm, M., Gujer, E., Schmid, P., Giger, W. 2007. The historical record of PCB and PCDD/F deposition at Greifensee, a lake of the Swiss plateau, between 1848 and 1999. *Chemosphere*, 67(9), 1754–1761.

ngzh
• • • • •

Naturforschende
Gesellschaft in Zürich
www.ngzh.ch

 **scnat**
akademie der naturwissenschaften
académie des sciences naturelles
swiss academy of sciences
accademia di scienze naturali

VSG



VERBAND ZUM SCHUTZ DES GREIFENSEES

www.greifenseeschutz.ch