

Schwimmteichforschung an der Hochschule Wädenswil

Andreas Graber, Hochschule Wädenswil, 18. August 2005, Artikel für gplus und DEGA

1. Nährstoffe im Schwimmteich

Wer sich einen Schwimmteich bauen lässt, erwartet mit gespannter Vorfreude ein natürliches Gewässer im eigenen Garten. Auch wenn der Teich zu Beginn eher einer Kiesgrube gleicht, erobert die Natur schon im ersten Sommer den neuen Lebensraum. Meistens zur Freude der Teichbesitzer, aber nicht immer: Manche haben sich ihre Privatnatur nicht als ein grünes Gewässer vorgestellt, das kiloweise Fadenalgen produziert. Was geht im Gewässer vor, weshalb bleibt ein Teich glasklar und der andere nicht?



Bild: Stefan Lehnert, Fadenalgen im Bachlauf

Es ist bekannt, dass hauptsächlich überhöhte Phosphorgehalte im Teichwasser Voraussetzung sind für eine Massenvermehrung von Algen. Schon eine Phosphorkonzentration von $10 \mu\text{g/l}$ reicht dazu aus. Bei einem typischen Teichvolumen von 100 m^3 ist das gerade mal 1 g Phosphor im ganzen Schwimmteich! Wolfgang Wesner hat beschrieben was der Einzelne tun kann, um diese kritische Phosphorkonzentration zu unterschreiten (Heft 19, 2004). Ziel ist, möglichst kein Phosphor in den Teich zu bringen, und gleichzeitig möglichst viel aus dem Wasser heraus zu bekommen. Wie das?

Offensichtlich sind Algen ja Meister in dieser Kunst – seit Jahrtausenden haben sie sich darauf spezialisiert, kleinste Phosphormengen aus dem Wasser aufzunehmen. Gewässerökologen haben unsere natürlichen Grossseen untersucht und festgestellt, dass das Algenvorkommen einem klar vorgegebenen Ablauf folgt. Dieser ist abhängig von der Jahreszeit und wiederholt sich Jahr für Jahr nach dem gleichen Muster (Sommer et al. 1986). Kurz gefasst treten zweimal jährlich hohe Algendichten auf, das Erste gefolgt von einer Massenvermehrung von algenfressendem Zooplankton, die alles Futter wegputzen bis der See eine Klarwasserphase erreicht. Bis in den Spätsommer wird so sämtlicher Phosphor aus dem Freiwasser in die Tiefenzone versenkt, von wo er erst im nächsten Winter durch die seeinterne Wasserzirkulation wieder auftaucht. In tiefen Seen hat die Natur also effiziente Mechanismen entwickelt, die Algen auszuhungern.

Nun sind Schwimmteiche leider keine tiefen Gewässer, die Biologie kann auch nur bedingt mit der in natürlichen Flachseen verglichen werden. Die Algenproduktion in Flachseen ist praktisch nie limitiert durch Phosphor, sondern durch die verfügbare Lichtmenge. Freischwebende Algen sind ein ideales Futter für Wasserflöhe, die sich rasant vermehren. Diese "Algensuppen" sollten im Schwimmteich kein Problem darstellen, notfalls kann von einem benachbarten Gewässer Zooplankton zugesetzt werden, am besten fragen Sie eine Fischzuchtanstalt.¹ Diese fangen im Frühjahr Zooplankton als Naturfutter für die Fischbrut. Das ist auch der Grund, warum ein Schwimmteich keine Fische beherbergen sollte – diese fressen unsere kleinen Helfer restlos weg. Wasserflöhe sind übrigens für den Menschen absolut harmlos, ihren Namen verdienen sie sich einzig durch die ruckartige Schwimmweise.

¹ gewerbsmässiger Fang von Zooplankton braucht ein Patent.



Bild: Andreas Graber, Grosser Wasserfloh mit algengefülltem Darm und Eiern im Rückenpanzer

Im Sommer reicht die nächtliche Abkühlung meist aus, um eine natürliche Durchmischung des ganzen Schwimmteiches zu erreichen. Abgestorbene Biomasse wird am Teichgrund zersetzt und gibt Phosphor wieder frei, die Nährstoffe bleiben im Kreislauf (mündl. Auskunft von Dr. Bühler, Mitarbeiter EAWAG). Unter diesen Umständen können Fadenalgen permanent wachsen und zerfallen. Die Nährstoffe müssen also unnatürlich aus dem Teich entfernt werden, d.h. durch Eingriff des Menschen.

Teichpflanzen – unberührte Natur im Garten?

Am einfachsten geschieht dies durch Einsetzen von wüchsigen Pflanzen und rigorosem Rückschnitt im Herbst. Ein weiteres Argument für einen gezielten Rückschnitt lieferten Akeret und Stössel (1995): sie untersuchten die Wasserpflanzen von neun Weihern in der Umgebung von Zürich und fanden insgesamt 192 Arten. Im Total von sieben Weihern stellten sie eine hohe Biodiversität fest. Hingegen wurden 65 % der Arten nur in einem Weiher, 20 % nur in zwei und bloss eine Art in allen Weihern gefunden. Die Untersuchung zeigt, dass jedes Kleingewässer ein eigenes Gepräge besitzt und Weiher untereinander nur bedingt vergleichbar sind. Danach ist im Schwimmteich eine Artenverarmung zu erwarten, innert wenigen Jahren würden sich einige dominante Arten durchsetzen und konkurrenzschwache verdrängen. Wenn nicht der Besitzer seine Lieblinge pflegte.

Eine weitere Möglichkeit zur Entfernung von Nährstoffen ist das Abfischen von Fadenalgen und Teichlinsen, wo immer man sie sieht und fassen kann. Auf diesen Weg setzt das laufende Forschungsprojekt.

2. Forschungsprojekt Algenrasenfilter zur Biomanipulation von Schwimmteichen

Seit Sommer 2004 arbeitet die Fachstelle Ökotechnologie der Hochschule Wädenswil (HSW) mit dem Schweizer Verband für naturnahe Badegewässer und Pflanzenkläranlagen (SVBP) zusammen mit dem Ziel, die Schwimmteichtechnik durch innovative Systemkomponenten zu verbessern. Die HSW leitet ein zweijähriges Forschungsprojekt, das vom SVBP, elf Schweizer Schwimmteichbauern und der Kommission für Technologie und Innovation des Bundes (KTI) finanziert wird.

Objekt der Forschung ist ein Algenrasenfilter, ein in den USA patentiertes Verfahren zur Abwasserreinigung (Adey 1982). Diese Algenrasenfilter ergänzen die Abbauleistung des Kiesfilters; dieser soll dadurch künftig kleiner dimensioniert werden können. Das soll einen höheren Nutzungsanteil im Schwimmteich, und letztlich tiefere Bau- und Betriebskosten ermöglichen.

Ein Online-Überwachungssystem für die Wasserwerte von Schwimmteichen oder Fischzuchtbetrieben ist bereits erfolgreich im Einsatz (www.m2m-control.com). Zudem sind zooplankton-schonende Pumpen zu entwickeln und zu testen. Durch verbessertes Systemverständnis und Öffentlichkeitsarbeit wird auch die Akzeptanz von Schwimmteichen und somit die Marktposition der Schweizer Schwimmteichbauer gestärkt.

System Algenrasenfilter (ARF)

Der ARF besteht aus einem flachen Wasserbecken, über das Schwimmteichwasser gepumpt wird. Darin werden Fadenalgen durch optimale Lichtversorgung und Nährstoffzufuhr ideale Wachstumsbedingungen geboten. Eine Kippschale beim Wassereinlauf sorgt für eine permanente Wellenbewegung, was das Algenwachstum um Faktor drei verbessert. Die Algen wachsen und entziehen dem Wasser so lange Phosphor, bis sie selbst phosphorlimitiert sind. In diesem Zustand wird auch das Algenwachstum im Schwimmteich stark reduziert oder verhindert, und jeder neue Phosphoreintrag während der Badesaison wird im ARF gebunden.

Der ARF wurde modulartig entwickelt, die Standardmasse sind 55 cm Breite und 200 cm Länge, was 1 m² Algenfläche ermöglicht. Die Filter können an beliebiger Stelle positioniert werden, ideal sind ungenutzte Flachdächer mit starker Sonnenexposition. Die Hochschule Wädenswil betreibt im Gewächshaus eine Laboranlage mit sechs unabhängigen Modulen, seit Mai 2005 läuft der Praxistest bei einem privaten Schwimmteich mit fünf Modulen. Je nach Algenwachstum werden die Algen alle zwei- bis drei Wochen manuell geerntet und kompostiert.

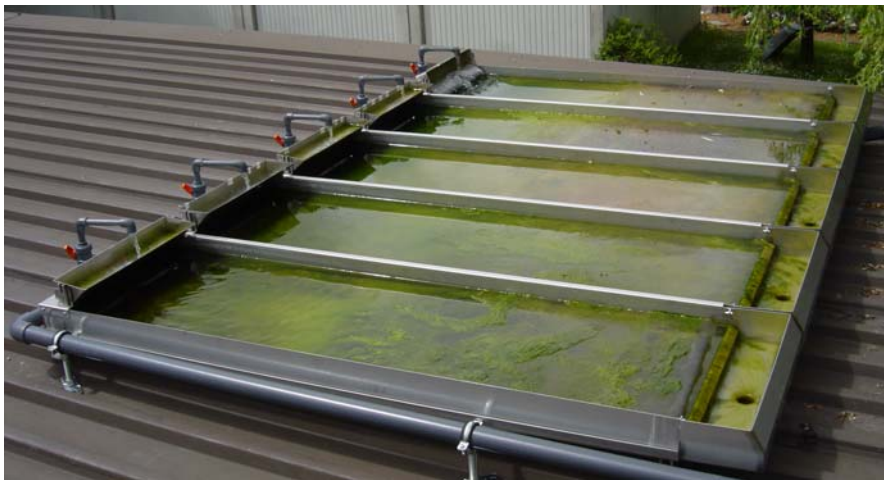


Bild: Andreas Graber, Algenrasenfilter auf dem Garagendach

Resultate aus Labor- und Praxisbetrieb

Algenproduktion

In beiden Anlagen wurden bisher Wachstumsraten von 3.2 g Algen-Trockensubstanz pro m² und Tag gemessen. Bei einem Trockensubstanzgehalt von durchschnittlich 8 % entspricht das 40 g feuchten Fadenalgen, die täglich in einem Modul heranwachsen. Laut Literaturangaben für ähnliche Systeme sind bis zu zehnmal höhere Wachstumsleistungen möglich (Schumacher 2002). Diese Werte wurden jedoch bei Algenproduktion in Agrarabwässern erreicht, wo die Algen üppig mit Nährstoffen versorgt wurden (rund 5 mg P/l). Ein eigener Versuch zur Phosphorelimination im Tagesverlauf zeigte, dass Fadenalgen auch im mit Nährstoffen relativ unbelasteten Wasser der Schwimmteiche gedeihen und ihr Wachstum erst bei rund 5 µg P/l limitiert wird (Brunner 2005). Hier liegt auch die Nachweisgrenze für photometrische Phosphoranalysen (Schwarzenbach 2005).



Bild: Andreas Graber, Algenernte aus fünf Algenrasenfiltern nach zwei Wochen Betrieb

Nach sechs Wochen bot sich in der Praxisanlage ein gespenstisches Bild. Sämtliche Algen waren verschwunden, die Chromstahlwannen blitzblank geputzt, kaum mehr ein Algenfädchen sichtbar. Dafür tummelten sich in den Becken massenweise Eintagsfliegenlarven, die emsig Algen abgrast. Die beiden Fotos verdeutlichen die Frassleistung: in nur zweieinhalb Stunden waren auch die letzten Algenpunkte von der Metallschiene abgeschabt. Diese Reinigungsgruppe ist im Schwimmteich sehr willkommen, reinigt sie doch sämtliche Oberflächen und verhindert offensichtlich hoch effizient das Wachstum von Fadenalgen. Das Prinzip des ARF hingegen basiert auf einem Algenwachstum, in den Algenwannen können diese Frassfeinde nicht toleriert werden. Geeignete Massnahmen zu ihrer Kontrolle werden nun geprüft.

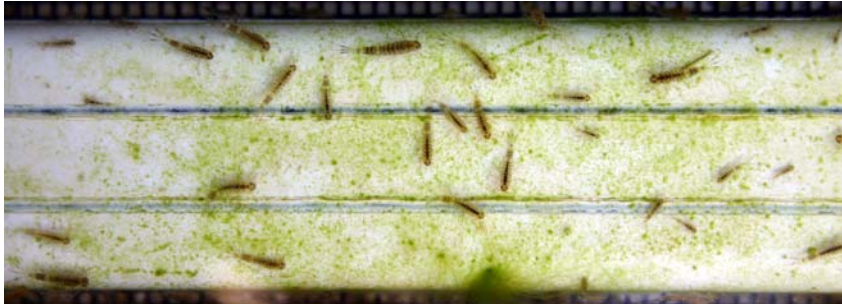


Bild: Andreas Graber, Algenfrass durch Eintagsfliegenlarven um 09h30

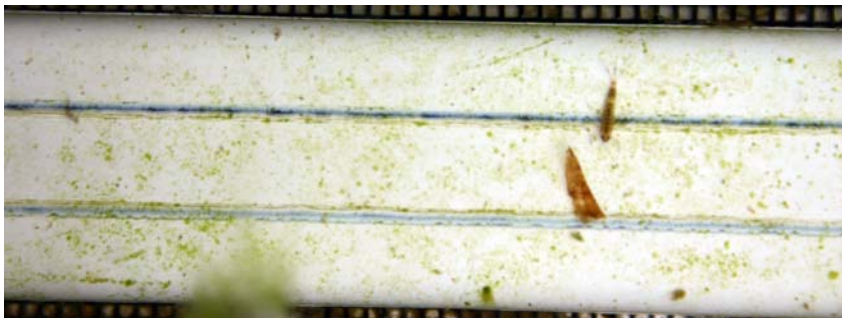


Bild: Andreas Graber, Algenfrass durch Eintagsfliegenlarven um 12h10



Andreas Graber, Algenfrass durch Insekten rund um ihre röhrenartige Behausung

Phosphorentzug

Die gemessene Elimination der Labormodule lag im Februar bei rund $14 \text{ mgP/m}^2/\text{Tag}$. Berechnet man den Phosphatentzug der Algen (Algenproduktion mal Phosphorgehalt), wird deutlich, dass die Fixierung in der Algenbiomasse rund 20 bis 70 % dieses Totalentzugs ausmacht. Die Differenz ist weiteren Eliminationsmechanismen zuzuschreiben. Einerseits wird Phosphor bei pH Werten über 9 als Calciumphosphat ausgefällt, andererseits kann eine Adsorption im System stattfinden. Diese Adsorption wird in laufenden Versuchen mit einem Kontrollmodul erfasst. Im Juni stieg der Phosphorentzug auf $60 \text{ mgP/m}^2/\text{Tag}$ an, die stärkere Sonneneinstrahlung hatte einen messbaren Einfluss auf die Wachstumsleistung.

Verglichen mit Literaturwerten steht diese Entzugsleistung noch in den hinteren Rängen (Schumacher 2002). Warum waren die Module bis zu Faktor neun langsamer? Mögliche Gründe sind die zehnmal tiefere Algenproduktion, die Faktor 500 tiefere Phosphorkonzentration im Produktionswasser, und vermutlich standortbedingte Lichtlimitierung (Mitteleuropa verglichen mit Kalifornien). Möglich wäre auch, dass in den Systemen nicht die idealen Algenarten wuchsen. Diese sind aber durch die Algengemeinschaft im Schwimmteich vorgegeben.

Taugt der Algenrasenfilter zum Solarmodul?

Ein erwünschter Zusatznutzen der ARF-Module wäre ein Wärmeeintrag und dadurch eine Verlängerung der Badesaison. Der Datenauszug vom Juni zeigt die verschiedenen Auswirkungen: Vom 4. bis 11. Juni kühlte sich der Teich ab, die Temperatur im ARF lag rund 1 °C tiefer, er beschleunigte somit die Abkühlung. Ab dem 16. Juni heizte die Sonne den Schwimmteich auf, die Temperatur im ARF lag rund 2 °C höher als im Teich, er wurde effektiv zum Sonnenkollektor. Ab dem 21. Juni wurde tagsüber ein Wärmeeintrag, nachts eine Abkühlung gemessen. Der Wärmegewinn aus dem ARF kann also optimiert werden, wenn er nur tagsüber betrieben wird. Da der Phosphorentzug hauptsächlich bei Tageslicht stattfindet, ist durch eine nächtliche Abschaltung der Wasserumwälzung keine Reinigungsseinbusse zu befürchten.

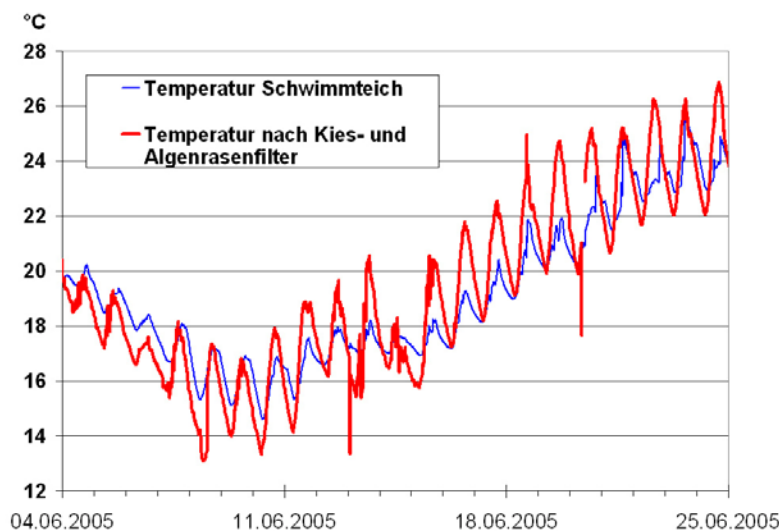


Bild: Andreas Graber, Temperaturgänge im Schwimmteich

Fazit

Im Gegensatz zu herkömmlichen Festbettfiltern erlaubt der ARF eine biologische Wasserreinigung ohne Schädigung von Zooplankton. Der Filter entfernt Phosphor aus natürlichen Schwimm- und Badeteichen und vermindert damit ein unerwünschtes Algenwachstum in der Badezone. Der ARF setzt das Sonnenlicht zur Keimreduktion ein, um die hygienische Wasserqualität zu verbessern. Durch gezielte Wasserumwälzung kann die Temperatur im Teich gesteuert werden.

Mit dem ARF können auch bestehende Schwimmteiche mit einer Überbelastung an Phosphor oder ungenügender mikrobiologischer Wasserqualität einfach und gezielt nachgerüstet werden. Und zwar gleichermaßen private wie öffentliche Anlagen, unabhängig vom Teichsystem.

Am Schwimmteichkongress in Interlaken können Sie einen Algenrasenfilter am Messestand der HSW besichtigen und auch gleich bestellen. Die Praxisanlage kann am Samstag besichtigt werden auf der Exkursion 1: «Schwimmteiche der High-Class».

Literatur

Adey, W. (1982): Algal Turf Scrubber ATS. US Patent 4,333,263, 8. Juni.

Akeret, B. und Stössel, F. (1995): Vergleichende ökologische Untersuchungen an neun Weihern im Norden des Kantons Zürich. In: Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, Nr. 1, S. 3-17.

Brunner, A. (2005): Einsatz von Algenrasenfiltern zur Phosphorelimination aus Schwimmteichen. Vertrauliche Semesterarbeit der ETH Zürich, durchgeführt bei A. Graber an der Hochschule Wädenswil.

Schwarzenbach, S. (2005): KTI-Projekt Schwimmteich: Umstellung der Phosphor-Analytik für schwach konzentrierte Wässer. Vertrauliche Semesterarbeit der ETH Zürich, durchgeführt bei A. Graber an der Hochschule Wädenswil.

Schumacher, G. Sekoulov, I. (2002): Polishing of secondary effluent by an algal biofilm process. Water Science And Technology Volume 46, Issue 8, 83-90.

Wesner, W. (2004): Der Schritt vom Hobbyteich zum professionellen Teichbau - Die Bilanzierung des Schwimmteiches. Deutscher Gartenbau, Ausgabe 2004 / 19, S. 14ff.

Sommer, U., Gliwicz, W., Lampert W., Duncan, A. (1986): The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. Arch. Hydrobiol. 106:433-471.

Andreas Graber, Dipl. Umwelt-Natw. ETH
Wissenschaftlicher Mitarbeiter Fachstelle Ökotechnologie, Fachabteilung Umwelt und Natürliche Ressourcen
Hochschule Wädenswil, Grüental 40, CH-8820 Wädenswil, Tel. +41 44 789 99 28
Fax +41 44 789 99 40, a.graber@hsw.ch, www.cascadesystems.ch

Bildquelle Lehnert:

Lehnert Erb AG, Stefan Lehnert, Alte Stockstr. 8, CH-5022 Rombach, Tel. +41 62 827 25 25
s.lehnert@gartenzentrum.ch, www.gartenzentrum.ch

Ausbildungsangebot für Schwimmteichbauer

In Zusammenarbeit mit der Internationalen Gesellschaft für Kleinbadegewässer und der Hochschule Wädenswil hat der Schweiz. Verband für naturnahe Badegewässer (SVBP) einen Weiterbildungslehrgang konzipiert. Abgestimmt auf nationale und internationale Experten welche für die Wissensvermittlung zuständig sind, soll mit ca. 35 Lehrtagen das notwendige Fach- und Praxiswissen erworben werden.

Als Zielgruppen werden Gartenbauer mit abgeschlossener Lehre angesprochen. Gartenbauer und Gartenbauerinnen die gerne mit dem Element Wasser arbeiten und sich spezialisieren, besitzen bei den Verbandsmitglieder des SVBP sehr gute Chancen für einen attraktiven Arbeitsplatz.

Der Lehrgang ist gegliedert in 8 Module. Dabei werden diese in der Schweiz jeweils in 2 oder 3 aufeinander folgenden Tagen zwischen Donnerstag und Samstag vermittelt. Neben den rein schulischen Fächern, sind auch Exkursionen und praktische Tätigkeiten im Lehrprogramm enthalten. Das Lernen am lebenden Objekt bildet in diesem Lehrgang einen wichtigen Punkt. Nur so kann sich der angehende Schwimmteich-Bauer ein umfassendes Bild von Stärken und Schwächen machen. Daraus können die Teilnehmer am meisten lernen.

Eckwerte zum Lehrgang

Start Zeitpunkt	Januar 2006
Ausbildungs-Block 1	Januar - März 2006
Vertiefung zu Block 1	April - September 2006
Ausbildungs-Block 2	Oktober 2006 - Januar 2007
Prüfung	Februar 2007
Kosten für den Lehrgang	CHF 9'500.-
Für Mitarbeiter aus SVBP	
Betriebe	CHF 6'500.-
Auskünfte / Unterlagen	Hochschule Wädenswil, www.unr.ch/schwimmteichbauer +41 44 789 99 69 SVBP, Dübendorf, www.svbp.org +41 44 835 78 08