Der Hüttwiler See aus limnologischer Sicht

Autor(en): **Binderheim-Bankay, Evi**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **53 (1995)**

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-594165

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

DER HÜTTWILER SEE AUS LIMNOLOGISCHER SICHT

EVI BINDERHEIM-BANKAY

1. EINLEITUNG

Im Rahmen einer Diplomarbeit (BANKAY, 1993) wurde der limnologische Zustand des Hüttwiler Sees näher untersucht. Gestützt auf die gewonnenen Erkenntnisse wurde ein Sanierungskonzept ausgearbeitet.

Eine Sanierung der Nussbaumer Seen ist erforderlich, da ein grosser Handlungs- und Nutzungsbedarf seitens des Umweltschutzes, der Fischerei, der Landwirtschaft (Bewässerung, Bodenverlust durch Torfmineralisation), des Natur- und Landschaftsschutzes, der Erholungsnutzung, sowie auch der Seebesitzer vorhanden ist. Die Nussbaumer Seen sind seit 1977 Bestandteil des Bundesinventares der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN-Inventar). Damit gehören sie zu den wertvollsten und schützenswertesten Gebieten der Schweiz.

Was versteht man unter einer Sanierung? Eine *Sanierung* zielt darauf ab, die Belastung eines Sees zu vermindern, indem die eigentlichen Ursachen der Eutrophierung bekämpft werden. Im Gegensatz dazu steht die *Restaurierung*, die sich darauf beschränkt, bei einer gegebenen Belastung die negativen Auswirkungen der Eutrophierung zu mildern (GÄCHTER, 1993). Diese Unterscheidung der beiden Begriffe ist im letzten Kapitel von entscheidender Bedeutung.

In diesem Bericht werden die wichtigsten Ergebnisse der Diplomarbeit zusammengefasst und folgende Fragen beantwortet:

- In welchem Zustand befindet sich der Hüttwiler See?
- Wo liegen die Ursachen der Eutrophierung?
- Was ist das eigentliche Problem der Nussbaumer Seen?
- Was will man mit der Sanierung erreichen?
- Mit welchem Aufwand ist die Sanierung verbunden?

2. IN WELCHEM ZUSTAND BEFINDET SICH DER HÜTTWILER SEE?

(Vgl auch: Schnegg, 1995)

Der Hüttwiler See kann eindeutig als eutropher See klassiert werden, was soviel heisst wie: er ist überernährt. Dies führt zu einer Massenvermehrung von kleinsten, einzelligen Wasserpflanzen, zu sogenannten Algenblüten sowie zu einer übermässigen Veralgung der Ufer (Von einer Arbeitsgruppe «Hüttwiler See» der Mikroskopischen Gesellschaft Zürich gibt es ausführliche Plankton-Untersuchungen. Vgl. Gruber, 1985 und 1987). Diese Steigerung der pflanzlichen Produktion (Primärproduktion) mit allen im folgenden beschriebenen Begleiterscheinungen nennt man Eutrophierung.

Verantwortlich für die erhöhte Primärproduktion im Hüttwiler See ist der Phosphor, der Nährstoff, der das Wachstum der Algen im See limitiert. Seine Konzentration bestimmt, wie stark sich die Algen in der obersten Schicht (Epilimnion), wo genügend Licht ist, vermehren können. Dort betreiben die Algen Photosynthese und produzieren dabei Sauerstoff. Schliesslich sterben sie ab und sinken ins Tiefenwasser (Hypolimnion). Im Gegensatz zum Epilimnion hat es dort nur wenig Sauerstoff, da es zu dunkel ist für die Photosynthese. Ebenfalls wird das ins Tiefenwasser absinkende organische Material (Algen, Tiere, Abfallprodukte) unter Sauerstoffverbrauch abgebaut.
Im Hüttwiler See ist die Algenvermehrung so gross, dass der Sauerstoffvorrat im Tiefenwasser aufgrund der Menge an abgesunkenem Material sehr schnell vollständig aufgebraucht wird. Fische, Muscheln sowie unzählige kleinere Organismen (z.B. Flohkrebse) können unter diesen sauerstofflosen Bedingungen nicht mehr leben und sterben ab.
Im völlig sauerstofffreien Tiefenwasser werden die abgesunkenen Organismen weiterhin abgebaut. Bei diesem Fäulnis genannten Prozess entstehen als Nebenprodukte unerwünschte Gase wie Methan und der giftige, nach faulen Eiern stinkende Schwefelwasserstoff. Ebenfalls konnte beobachtet werden, dass diese sauerstofflosen Verhältnisse im Tiefenwasser dazu führen, dass im Sediment eingelagerter Phosphor als Phosphat rückgelöst wird. Somit düngt sich der See selber und verstärkt dadurch die Eutrophierung noch.

3. WO LIEGEN DIE URSACHEN DER EUTROPHIERUNG?

Im vorangegangenen Kapitel wurde ersichtlich, dass Phosphor für das Algenwachstum im Hüttwiler See von grosser Bedeutung ist. Doch woher kommt der Phosphor? Unter natürlichen Bedingungen gelangt nur wenig Phosphor in einen See z.B. durch Verwitterung von Gestein oder durch in den See fallendes, vermoderndes Laub. Durch den Menschen verursachte Einträge überwiegen die natürlichen jedoch um ein Vielfaches. Die Phosphorfrachten, die in den Hüttwiler See gelangen, sind hauptsächlich auf landwirtschaftliche Aktivitäten zurückzuführen. Demgegenüber ist der Abwasseranteil, der heute nur bei Hochwasserentlastungen in den Hüttwiler See gelangt, vernachlässigbar gering.

Da der Hüttwiler See ein Unterliegersee des Nussbaumer- und des Hasensees ist, muss die Phosphorbelastung im Zusammenhang mit seinen Nachbarseen betrachtet werden. Dazu wurden die Phosphorfrachten für das gesamte Einzugsgebiet des Hüttwiler Sees geschätzt. In die Seen gelangt jährlich rund eine Tonne Phosphor, wovon ca. 90% von der Landwirtschaft verursacht werden. Man muss jedoch unterscheiden, in welcher Form (gelöst oder partikulär) der eingetragene Phosphor vorliegt. Denn nur gelöste Phosphorkomponenten können von den Algen zur Produktion verwertet werden und tragen somit zu ihrer Massenvermehrung bei.

Der gelöste Phosphor gelangt vorwiegend mit dem Regenwasser, das auf landwirtschaftlich genutzten Flächen (Gras- und Ackerland) oberflächlich abfliesst, in die Gewässer. Der partikuläre Phosphor, der an Bodenpartikeln gebunden ist, wird bei starken Regenfällen aufgrund der Bodenerosion abgeschwemmt und gelangt auf diese Weise in die Gewässer. Das Phänomen der Bodenerosion wird hauptsächlich auf Ackerland beobachtet, wo jährlich rund 2,5 Tonnen Bodenmaterial pro Hektare erodiert werden (Braun et al., 1991). Mit einem Ablagerungsfaktor von 0,6 macht das auf das gesamte Einzugsgebiet der Nussbaumer Seen jährlich ca. 900 Tonnen Bodenmaterial aus, das abgetragen wird. Der partikuläre Phosphor sinkt auf den Seegrund ab und ist im allgemeinen nicht mehr algenverfügbar. Weil der Ackerbau im Gebiet der Nussbaumer Seen einen grossen Teil der landwirtschaftlich genutzten Fläche ausmacht (ca. 46% des gesamten Einzugsgebietes und ca. 70% des landwirtschaftlich genutzten Landes), beträgt die Fracht des partikulären Phosphors ca. 452 kg/Jahr. Die für die

erhöhte Primärproduktion relevante Phosphorfracht (gelöster Phosphor), die jährlich in die Seen gelangt, beträgt demnach nur ca. 500 kg, also rund die Hälfte der Gesamtfracht (vergleiche Tabelle 1).

Ebenfalls landwirtschaftlichen Ursprungs sind Phosphorfrachten, die über Drainagen, über direkte Einleitungen beim Düngeraustrag sowie über atmosphärische Niederschläge in die Seen gelangen.

Unabhängig von der Bodennutzung sind Phosphoreinträge, die mit dem versickerten Regenwasser aus dem Boden ausgewaschen werden.
Bemerkenswert ist, dass nur 3% des Regenwassers oberflächlich abfliessen. Ca. 70% versickern in den Boden, und ca. 18,5% werden über die Drainagen entwässert. Dennoch werden mit den Oberflächenabschwemmungen und der Bodenerosion, die praktisch nur auf Landwirtschaftsland stattfinden, ca. 70% der Phosphorfrachten in die Seen eingetragen.

Die einzelnen Phosphorfrachten im Einzugsgebiet der Nussbaumer Seen sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Phosphorfrachten aus diffusen Quellen im gesamten Einzugsgebiet der Nussbaumer Seen (aus BANKAY, 1993)

	(kg/Jahr)	%
Oberflächenabschwemmung auf Grasland	130	13,6
Oberflächenabschwemmung auf Ackerland	73	7,6
Bodenerosion auf Ackerland	452	47,2
Drainagenabfluss	70	7,3
Auswaschung aus Wald	31	3,3
Auswaschung aus Landwirtschaftsland	57	6,0
Abschwemmung aus überbautem Gebiet	2	0,2
Direkteintrag	60	6,3
atmosphärischer Eintrag	82	8,6
Total	**957**	**100**
Total (kg pro ha und Jahr)	**0,52**	

4. WAS IST DAS EIGENTLICHE PROBLEM DER NUSSBAUMER SEEN?

Sedimentanalysen zeigen, dass die Seen während der vergangenen Jahrhunderte bereits eutroph waren (Rösch, 1983). Das bedeutet, dass es sich hier um natürlich eutrophe Seen handelt. Auffällig ist jedoch der in den letzten 200 Jahren exponentielle Verlauf der Sedimentationsgeschwindigkeit: Abbildung 1. (Vgl. dazu auch Abbildung 7 im Beitrag Rösch, 1995).

Die Sedimentzuwachsrate in einem See, die abhängig ist von der Menge des absinkenden (sedimentierenden) Materials, bestimmt die Geschwindigkeit, mit der ein See verlandet. Verantwortlich für diesen exponentiellen Anstieg der Sedimentzuwachsraten in den Nussbaumer Seen ist die stark intensivierte Landwirtschaft. Einerseits bewirkt die erhöhte Phosphorzufuhr (hervorgerufen durch die Überdüngung) eine erhöhte Algenproduktion und somit eine erhöhte Sedimentation von organischem Material. Andererseits werden durch den Bodenabtrag auf Ackerflächen (Bodenerosion vgl. Kap. 3) jährlich ca. 900 Tonnen Material in die Seen eingetragen, was ebenfalls wesentlich zur Erhöhung der Sedimentzuwachsrate bzw. zur Erhöhung der Verlandungsgeschwindigkeit beiträgt. Eine dritte Ursache liegt in der meliorationsbedingten Wasserspiegelabsenkung (vgl. dazu den Beitrag Rimathé, 1995, in diesem Band).

5. WAS WILL MAN MIT DER SANIERUNG ERREICHEN?

In der Verordnung des Gewässerschutzgesetzes gilt die Forderung, dass in einem See zu jeder Zeit und an jedem Ort mindestens 4 mg/l Sauerstoff vorhanden sein müssen. Das gesetzlich vorgeschriebene Sauerstoffkriterium ist auf natürlich eutrophe Seen, bei denen schon seit mehreren hundert Jahren ein zeitweise sauerstofffreies Tiefenwasser nachgewiesen werden kann, kaum anwendbar. Deshalb werden in diesem Zusammenhang für die Nussbaumer Seen folgende Sanierungsziele formuliert:

Das Optimalziel lautet: die natürliche Verlandungsgeschwindigkeit bzw. Sedimentzuwachsrate der Seen von weniger als 3 mm/Jahr muss erreicht werden. Diese Forderung bedingt eine Einschränkung der heutigen intensiven Nutzung an und um die

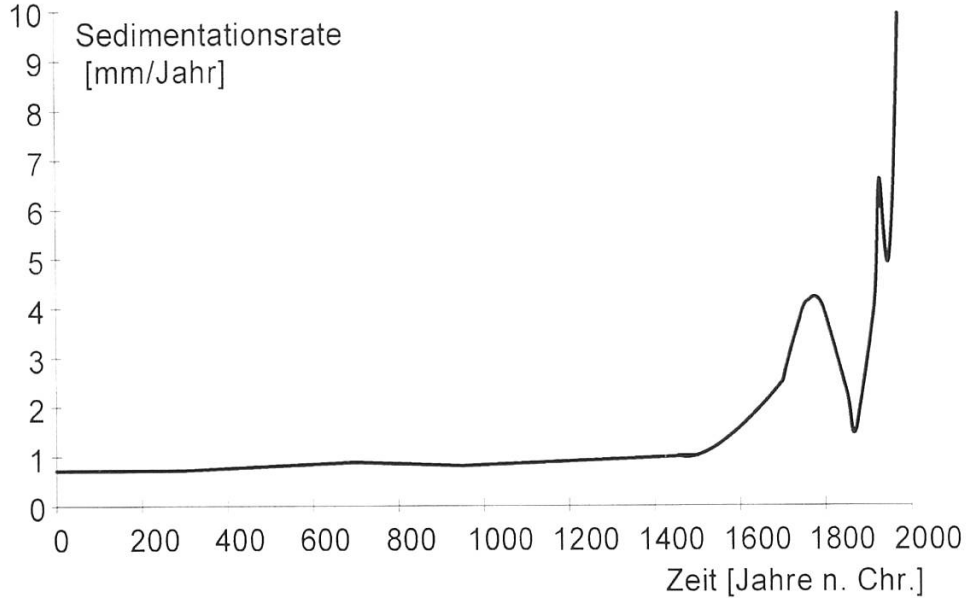

Abbildung 1: Entwicklung der Sedimentationsrate im Ostbecken des Nussbaumer Sees in den letzten 2000 Jahren. (aus RÖSCH, 1983)

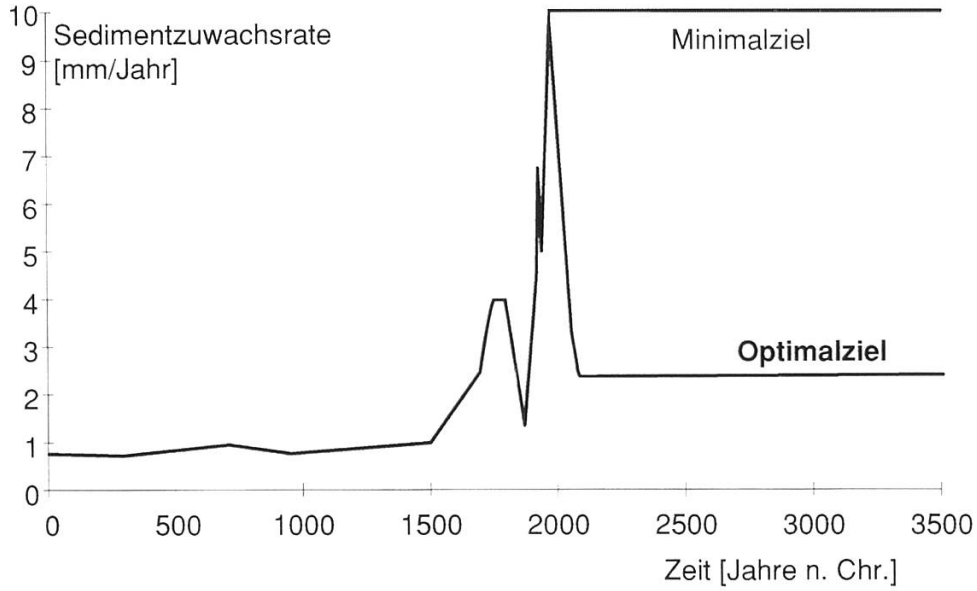

Abbildung 2: Darstellung der Sanierungsziele der Nussbaumer Seen

Seen. Deshalb wird hier an das Wunschziel angenähert ein Minimalziel formuliert, nämlich den exponentiellen Verlandungsverlauf der Seen zu stoppen (vgl. dazu Abbildung 2). Die heutige Sedimentzuwachsrate von 10 mm/Jahr soll nicht überschritten werden.

Beide Ziele führen zu einer Verlängerung der Lebensdauer der Seen.

6. MIT WELCHEM AUFWAND IST DIE SANIERUNG VERBUNDEN?

Die erforderlichen Massnahmen zur Sanierung der Nussbaumer Seen sind im Beitrag von R. RIMATHÉ (1995) detailliert aufgeführt und werden hier nicht nochmals wiederholt. Zu betonen ist jedoch, dass zu den Sanierungsmassnahmen nur Massnahmen gezählt werden dürfen, die (gemäss der Definition von R. GÄCHTER [siehe Einleitung]) die Ursache an der Quelle bekämpfen. Also alle Massnahmen, die zur Verminderung der Nährstoffzufuhr und des Materialeintrages beitragen, sowie eine Erhöhung des Seewasserspiegels mit sich bringen.
Alle anderen seeinternen Massnahmen wie z.B. eine Tiefenwasserentnahme wirken sich aufgrund des erhöhten Nährstoffexportes auf jeden Fall günstig auf den See aus. Sie bleiben jedoch nur zweitrangig, da sie nicht an der eigentlichen Quelle des Übels ansetzen.

7. LITERATUR

BANKAY, E., 1993: Der Hüttwiler See aus limnologischer Sicht. Diplomarbeit ETH (EAWAG Dübendorf).

BRAUN, M., FREY, M., HURNI, P., 1991: Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer im Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen (Stand 1986). Bericht 1. Teil. Forschungsanstalt für Agrikultur und Umwelthygiene (FAC Liebefeld).

GÄCHTER, R., 1993: Angewandte Limnologie. Vorlesungsunterlagen. Seenforschungslaboratorium der EAWAG/ETH Dübendorf.

GRUBER, M.,1985, 1987: Plankton-Untersuchungen am Hüttwiler See I und II. Mikroskop. Nachr. 1985, S. 44–55 und 1987, S. 23–32.

RIMATHÉ, R., 1995: Projekt Seebachtal – Ansätze zu einer umfassenden Sanierung. Mitt. thurg. naturf. Ges. **53**.

RÖSCH, M., 1983: Geschichte der Nussbaumer Seen und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. Mitt. der thurg. naturforsch. Ges. **45**.

RÖSCH, M., 1995: Die Geschichte des Nussbaumer Sees aus botanisch-ökologischer Sicht. Mitt. thurg. naturf. Ges. **53**.

SCHNEGG, W. 1995: Zur Limnologie der Nussbaumer Seen. Mitt. thurg. naturf. Ges. **53**.

Adresse der Autorin:
Evi Binderheim-Bankay, Obermattenstrasse 24, CH-8153 Rümlang