

Projekt

Sanierung des Oedtsee bei Traun (A) mit der ROLAND PLOCHER™Technology



Version 1.3

13. Juni 2005

Ausgearbeitet durch:

NUFERscience
Umweltbüro SVU

dipl. Natw. ETH
Adrian Nufer
Tösstalstrasse 14
CH-8400 Winterthur

Bericht

1. Inhaltsverzeichnis

2. Zusammenfassung	2
3. Einführung	3
3.1. Die Problematik der Seesanieung	3
3.2. Der Oedtsee bei Traun in Oberösterreich	3
4. Die Sanierungsmethode	4
4.1. Die PLOCHER-Technologie	4
4.2. Sanierungsverlauf	5
5. Chronologie der Sanierung	6
5.1. Vor Sanierungsbeginn (1996)	6
5.2. Erste Sanierungsphase (1996-1999)	6
5.3. Zweite Sanierungsphase (2000-2003)	8
5.4. Dritte Sanierungsphase (2003-2005)	8
6. Begleituntersuchung	10
6.1. Gewässeranalyse	10
6.2. Bakteriologie	11
7. Resultate	13
8. Diskussion	15
9. Fazit	15
10. Anhang	16
10.1. Quellenverzeichnis	16
10.2. Messwerttabelle	16

2. Zusammenfassung

Der Oedtsee bei Traun in Oberösterreich hat dasselbe Problem wie viele andere Flachlandseen auch. Durch den kombinierten Eintrag von Nährstoffen aus der Luft, via Grundwasser, durch Vorfluter aus Kläranlagen und oberflächlicher Auswaschung von landwirtschaftlich genutzten Böden wird der See in seiner Selbstreinigungskraft überfordert. Die Nährstoffe akkumulieren sich im Faulschlamm am Seegrund und überdüngen den See mehr und mehr. Während den Sommermonaten kommt es zur Sauerstoffarmut, unkontrolliertem Algenwachstum, Eintrübung und zur Vermehrung von pathogenen Bakterien.

Um dieses Problem in den Griff zu bekommen arbeitet der Umweltausschuss der Gemeinde Traun seit 1995 mit der Firma PLOCHER zusammen. 1996 begannen die Sanierungsmaßnahmen mit der Installation von 6 Biokatalysatoren, welche die Selbstreinigungskraft des Wasserkörpers erhöhen. Gleichzeitig wurde mit der Schlammbehandlung begonnen, welche in der flächigen Einbringung von jährlich ca. 3g speziell behandeltem Quarzmehl pro m² besteht. Nach Abschluss der 2. Saison 1997 wurde eine deutliche Verbesserung der Sichttiefe festgestellt, welche sich nach einigen Jahren bis zum Grund erstreckte.

Die Gewässergüte im Oedtsee wird laufend überwacht. Bezüglich der chemischen Parameter konnten keine wesentlichen Veränderungen während des Sanierungsverlaufs beobachtet werden. Hinsichtlich der Bakteriologie sind hingegen deutliche Ergebnisse feststellbar. Gesamtkeimzahl und Escherichia Coli gehen während der Sanierung tendenziell nach unten. Die Reduktion der Enterokokken lässt sich statistisch zweifelsfrei nachweisen.

3. Einführung

3.1. Die Problematik der Seesanieung

Die Seesanieung ist eines der wichtigsten Themen im Umweltschutz. Stinkende Gewässer sind immer die ersten Indikatoren für einen nicht nachhaltigen Umgang des Menschen mit seiner Umwelt. Ein schonender Umgang mit den Gewässern hat vielerlei Vorteile:

- Saubere Gewässer laden zum Baden ein und bieten eine hohe Lebensqualität
- Gepflegte Gewässer sind ein besonders schöner Bestandteil unserer Landschaft
- Klare Gewässer sind ein Ausdruck eines nachhaltigen Umgangs mit der Umwelt

Die intensive Nutzung der Landschaft durch Landwirtschaft, Industrie, Wohnen und Freizeit scheint im Widerspruch mit dem Wunsch nach sauberen Gewässern zu stehen. Deshalb ist die Entwicklung und Anwendung einer Technologie, welche alle diese Ansprüche unter einen Hut bringen kann von zentraler Bedeutung für das Erreichen und Halten einer hohen Wasser- und somit auch Lebensqualität.

3.2. Der Oedtsee bei Traun in Oberösterreich

Der Oedter Badeseesee ist ein Baggersee mit einer Wasserfläche von ca. 10 ha und einer Tiefe von 5 bis 7 m. Rundherum befinden sich etwa 6 ha Liegewiese, Bäume, Büsche, etc. Der See wird während der Badesaison von 2'500 bis 3'000 Badegästen pro Tag besucht. Zudem wird er als Fischgewässer genutzt. Da er durch einen Grundwasserstrom gespiesen wird, ist er auch im Sommer relativ kühl. Das gesamte Seewasser wird pro Woche ca. einmal ausgetauscht. Bild 1 zeigt den See während des Sommers im aktuellen sanierten Zustand, klar und sauber.



Bild 1: Der Oedtsee am 25.07.2003

Hydrographie

Das Seebecken hat eine relativ gleichmäßige Wannenform mit den größten Tiefen entlang dem Nordwestufer. Die zum Teil übersteilen Uferböschungen zeigen deutliche Hangarisse.

Der Oedtsee ist wegen seiner starken Grundwasserversorgung als relativ kalter See bekannt. Aufgrund dieser hydrologischen Besonderheit, seiner Beckenmorphologie und der Ost-West-Ausrichtung (Hauptwindrichtung) der Seelängsachse im Zusammenhang mit der Exposition kommt es nur sehr selten zu einer thermischen Schichtung im See. Der Oedtsee wird während der eisfreien Zeit also mehr oder weniger ständig durchmischt.

Der Oedtsee ist ein Grundwassersee mit einer relativ guten Durchströmung ohne oberirdische Zu- und Abflüsse. Die Speisung des Sees erfolgt durch den die Traun begleitenden Grundwasserstrom. Eine Besonderheit sind jedoch die Grundwasserquellen an der Wasserlinie in der Westbucht des Sees. Über die weitere Grundwasserversorgung durch tiefer liegende Eintritte ist nichts bekannt.

Wie sich aus dem Verlauf der maximalen Jahrestemperaturen zeigt, dürfte sich der Grundwasserdurchstrom durch die allmähliche Abdichtung des Seebeckens als Folge der Sedimentation zunehmend verringert haben:

1967 16,0 Grad C, 1978 18,5 Grad C, 1981 18,9 Grad C, 1994 22,1 Grad C. Bei der Messung der Wassertemperatur am 9. August 1994 im Rahmen einer Untersuchung lag diese gegenüber den umliegenden Baggerseen (Pichlinger-, Pleschinger- und Feldkirchner- See) jedoch immer noch 5 - 6 Grad unter jenen der anderen (27 - 28 Grad C). Die mittleren Spiegelschwankungen im Oedtsee belaufen sich auf 0,4 bis 0,6 m während des Jahres, wobei der Höchststand jeweils im November/Dezember, der niedrigste Wasserstand im März/April erreicht wird. Durch das Kraftwerk Pucking/Traun erfolgte eine längerfristige Seespiegelabsenkung um ca. 1 m.

In der Badesaison wird das Seewasser regelmäßig bakteriologisch untersucht. Die Entnahmestellen für die Proben befinden sich in der Westbucht, im Bereich des Hallenbades und in der Nähe der Wasserrettung.

Fischbestand

Flussbarsche, Lauben und Rotaugen bilden den Hauptfischbestand im Oedtsee. Aale, Karpfen und Regenbogenforellen gehen ausschließlich auf Besatzmaßnahmen zurück. Karpfen stellen ganzjährig den höchsten Anteil am Fischbestand des Oedtsees. Der Bestand an großen Raubfischen wie Hecht und Zander ist extrem niedrig.

Kasten 1: Beschreibung des Oedtsees (Quelle: www.traun.at)

4. Die Sanierungsmethode

4.1. Die PLOCHER-Technologie

Die PLOCHER-Technologie ist ein neuartiges Verfahren zur Durchführung naturnaher und nachhaltiger Umweltsanierungen. Es ermöglicht eine gezielte Aktivierung biokatalytischer Prozesse in Umweltsystemen. Die Prozesse werden durch die Anwendung von informierten Substanzen ausgelöst. Diese Substanzen bestehen aus chemisch neutralen Trägermaterialien, welchen durch Informationsübertragung ihre spezifischen Wirkeigenschaften aufgeprägt wurden. Die Informationsübertragung erfolgt durch ein vom deutschen Erfinder Roland Plocher entwickeltes Informationsgerät. Die informierten Materialien werden in geringen Mengen eingesetzt und zeichnen sich durch hohe Effizienz und Umweltverträglichkeit aus.

Die Information wirkt auf einer Ebene, welche physikalische, chemische und biologische Prozesse gleichermaßen betrifft (siehe Tabelle 1). Die informierten Produkte aktivieren Prozesse, welche am Einsatzort nicht von selbst anlaufen können. Die Information „Sauerstoff“ kann beispielsweise eine aerobe Kompostierung bewirken, welche in einem sauerstoffarmen Umfeld nicht so ohne Weiteres stattfinden würde. Diesen Effekt verwendet Roland Plocher zur Sanierung belasteter Gewässer. Bei der Kompostierung von anaeroben (=verfaulter) Gülle oder zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit, ist diese Methode ebenfalls von zentraler Bedeutung.

Tabelle 1: Mögliche Auswirkungen von Sauerstoffinformation auf Organismen im Wasser

	physikalische Ebene	chemische Ebene	biologische Ebene
im Wasser	verbesserte O ₂ - Diffusion	erhöhte O ₂ - Reaktivität	Selektion aerober Organismen
im Organismus	bessere O ₂ - Aufnahme	optimierter Stoffwechsel	höhere Vitalität

4.2. Sanierungsverlauf

Die Sanierung mit der PLOCHER-Technologie ist eine Ursachenbehandlung, welche einerseits den Schlamm am Seegrund teilweise abbaut und andererseits das landwirtschaftliche Umfeld in die Sanierung einbezieht. Die Schlammschicht am Seegrund entstand als Folge der Überdüngung durch Landwirtschaft, Haus- und Industrieabwässer. Zur Reduktion der Belastung durch Haus- und Industrieabwässer wurden Kläranlagen gebaut. Die Düngelast aus der Landwirtschaft konnte aber bisher nur ungenügend reduziert werden.

Die Schlammschicht am Seegrund besteht aus organischen Stoffen, welche durch die ungenügende Sauerstoffversorgung nicht vollständig abgebaut werden konnten. Der Grund dafür liegt im begrenzten Sauerstoffvorrat des Tiefenwassers, welcher für den Abbau des abgestorbenen Algenmaterials eines überdüngten Sees nicht ausreicht. Wenn nun der gesamte Vorrat an gelöstem Sauerstoff aufgebraucht ist, werden aus dem verbleibenden Schlamm weitere Nährstoffe an das Wasser abgegeben, was die Überdüngung zusätzlich verstärkt.

Ein solcher See bezeichnet man als „gekippt“, da die Überdüngung des Wassers die Ablagerung von Schlamm bewirkt, welcher wiederum das Wasser düngt. Das System See hat sich diesen überdüngten Zustand „gemerkt“. Mit Hilfe der PLOCHER-Technologie kann nun diesem verschmutzten Zustand auf der materiellen Ebene ein unverschmutzter auf der Informationsebene überlagert werden. Der „Verschmutzungsspeicher“ wird dadurch „gelöscht“ und das System See „erinnert“ sich an seinen unverschmutzten Zustand. Dadurch werden die Selbstregenerationskräfte des Sees aktiviert.

Dies geschieht durch zylinderförmige Biokatalysatoren, welche senkrecht im Wasser installiert und beispielsweise an Bootsstegen verankert werden. Die Biokatalysatoren sind ähnlich aufgebaut, wie Folienkondensatoren und sorgen dafür, dass u.A. die Information von Sauerstoff permanent im Wasserkörper vorhanden ist. Zusätzlich werden mehrmals pro Jahr informierte Quarzgesteinsmischungen über die gesamte Seeoberfläche verteilt. Diese bewirken nach dem Absinken die aerobe Umsetzung des Schlammes auf dem Seegrund. Durch die starke Aktivierung des Schlammes kann es anfänglich zu einer deutlich sichtbaren Reaktion kommen, da die Nährstoffe schlagartig freigesetzt werden. Diese kann sich in einer Grünfärbung des Wassers oder in der Bildung eines Algenteppichs äussern. Fische und andere Wasserlebewesen kommen dadurch erfahrungsgemäss nicht zu Schaden.

Der Einsatz der PLOCHER-Technologie in Gewässern führt innert kurzer Zeit zu einer wesentlichen Verbesserung der Wasserqualität. Um aber eine nachhaltige Sanierung zu erreichen, muss das landwirtschaftliche Umfeld in das Projekt miteinbezogen werden, damit die Nährstofffracht langfristig reduziert werden kann. Am einfachsten geschieht dies ebenfalls mit Hilfe von PLOCHER-Produkten, welche zur Behandlung von Mist und Gülle auf den Landwirtschaftsbetrieben eingesetzt werden. Dadurch wird eine aerobe Umsetzung in Gang gebracht und so die Nährstoffauswaschung reduziert. Weitere Produkte verbessern die Tiergesundheit und die Fruchtbarkeit des Bodens, wodurch auch chemische Stoffe reduziert werden können.

5. Chronologie der Sanierung

5.1. Vor Sanierungsbeginn (1996)

1992 erschien ein Bericht zur Problematik des Oedtsees (s. Quellenverzeichnis). Als Hauptproblem wurde die Nährstoffanreicherung genannt. Um dem entgegenzuwirken wurde u.A. erwogen, den Oedtsee einzutiefen, also auszubaggern, wie dies zuvor beim benachbarten Pichlinger See geschehen war. Dieser Lösungsansatz wurde verworfen, da die erhoffte Wirkung beim Pichlinger See nicht eingetreten ist. Im Jahre 1995 wurde dann ein Dienstleistungsvertrag mit der Firma PLOCHER unterschrieben, welcher die Sanierung mit der PLOCHER-Technologie regelte.

5.2. Erste Sanierungsphase (1996-1999)

Im Januar 1996 wurden 6 Stück PLOCHER-Biokatalysatoren im See installiert. Zudem wurde mit der Schlammbehandlung begonnen, indem jährlich ca. 300kg fein gemahlener Quarzsand mit speziellen Informationen über die Seeoberfläche verteilt wurden. Dies entspricht 3g pro m² Seeoberfläche und Jahr.

In einem Zwischenbericht gegen Ende 1996 haben der Umweltausschuss der Stadt Traun und die Tauchergruppe Folgendes festgehalten:

- Ansiedlung von Wasserpflanzen (Laichkraut) = massives Wachsen, dadurch werden am Boden angereicherte Nährstoffe abgebaut
- Außerdem dienen diese Pflanzen als Laichplätze für einige Fischarten
- Eine deutlich verbesserte Sichttiefe: vor 1 Jahr lediglich 0,5 m, nach Meinung während der Besichtigung um 50 % verbessert gegenüber 1995
- Ein verbesserter Geruch des Wassers
- Eine verbesserte Wasserqualität
- Schlammabbau
- Erhöhte Leitfähigkeit, d.h. stärkere Mineralisierungsprozesse = Abbau organischer Massen

Probleme:

- Juni: nach starkem Regen ist ein schwarzer Rand rund um den See und im Wasserbereich, die Fischer kennen das, das sei immer so gewesen. Nach späteren Infos sollen das Ölablagerungen gewesen sein.
- Starke Zunahme der Wasservögel
- Erhöhte Nitratwerte, Keime
- Im Herbst massiver Pflanzenwuchs.

Nach Ablauf der ersten Saison (Probezeit) beschließt der Umweltausschuss die Sanierung des Oedtsees mit der PLOCHER-Technologie fortzuführen, was dann auch zu den erhofften Resultaten führte, welche im 2. Bericht von 1997 zum Ausdruck kommen:

- Hervorragender Zustand
- Klar und eine noch nie dagewesene sehr gute Tiefensicht, soweit das Licht reicht
- Der Schlamm auf dem Schotter ist fast vollständig abgebaut

Problem:

- Steigende Wasservögel-Population (100 Enten, Graugänse)

Das gute Ergebnis der 2. Saison soll weiter verbessert werden. Als Zusatzmaßnahme für das nächste Jahr soll auf allen grünen Flächen rund um den See (Verschmutzung u.A. durch die Wasservögel) das PLOCHER-Kompostmittel eingesetzt werden. Im Bericht von 1998 steht dann:

- Besichtigung vom Ufer aus: Wasserpflanzen-Wuchs hält sich in Grenzen
- Die Sichttiefe nach wie vor sensationell
- Schlamm im Untergrund auf dem Schotter komplett abgebaut, lediglich grüner Moosbelag auf den Steinen, Schlamm auf dem Schotter ist fast vollständig abgebaut
- In den Gruben liegt noch Schlamm
- Fischbesatz im tiefsten Bereich erstmals sichtbar: z.B. 2m Waller, 1.5m Hecht
- Gras nicht mehr höher gewachsen, also kein Problem mehr
- Wasserfauna: erstmals sichtbar, was da unten wächst
- Noch nie war der See so warm (24 bis 25 Grad)
- Mit einem Tauchgang wird eine Schlammprobe entnommen: Der Schlamm ist nicht schwarz, sondern mittel- bis dunkelgrau mit hellgrauen Streifen, wie mineralisiert, kein Geruch. Fäkalkeime vorhanden.

Problem:

- Weitere Zunahme der Wasservögel-Population (500 Blesshühner, Kolonie, Graugänse)

In einem weiteren Bericht von Umweltausschuss und Tauchergruppe wird zudem Folgendes festgehalten:

- 1'000 Stück Wasservögel, seit diesem Jahr erstmals Möwen.
- Der Oedtsee ist im Dezember grün vom Kot der Vögel.
- Es wird dringend empfohlen, die Wasservögel zu reduzieren.
- Der bisherige Ablauf ist positiv, nach Ablauf des Dienstleistungsvertrags soll eine Servicevereinbarung mit der Firma PLOCHER getroffen werden.

1999 haben Umweltausschuss und Tauchergruppe wiederum einen Bericht verfasst und folgende Punkte festgehalten:

- Nach wie vor hervorragender Zustand
- Umliegende Badeseen haben nach wie vor erhebliche Probleme
- Hervorragende Sicht
- Weiter Schlammabbau am Grund des Sees
- Große und sehbbare Fischpopulation

Probleme:

- Wasservögel-Population wächst weiter mit jährlich zunehmendem Nachwuchs
- Laufend unkontrolliertes Füttern der Vögel

5.3. Zweite Sanierungsphase (2000-2003)

Während der zweiten Sanierungsphase verblieben die Biokatalysatoren im See, die Behandlungen mit Quarzpulver wurden jedoch reduziert, da die erreichte Qualität zufrieden stellend war. Für diese zweite Sanierungsphase liegen dann auch keine detaillierten Aufzeichnungen vor. Im Jahre 2003 wurde sogar ein präpariertes Quarzmehl eines anderen Herstellers eingesetzt.

Dies führte zu einer drastischen Verschlechterung der Verhältnisse (s. Bild 2), welche den Umweltausschuss dazu bewogen, die Zusammenarbeit mit der Firma PLOCHER wieder aufzunehmen.



Bild 2: Der Oedtsee im Mai 2003

5.4. Dritte Sanierungsphase (2003-2005)

Ab Juni 2003 wurde der Oedtsee wieder mit dem originalen Quarzmehl behandelt, welches mit Hilfe eines speziellen Bootes über der gesamten Seeoberfläche verteilt wurde. Das Boot saugt Seewasser an, vermengt es mit dem Pulver und sprüht es über 2 Sprüharme auf die Wasseroberfläche (s. Bild 3).



Bild 3: Spezial-Boot zur Behandlung des Oedtsees

Bereits 3 Wochen nach der ersten Behandlung stellte sich wieder der gewohnte Erfolg ein. Im Kasten 2 ist wiedergegeben, was die Stadt Traun heute auf ihrer Internet-Seite über die PLO-CHER-Technologie schreibt:

1996

Im Jänner wurde das nachstehend beschriebene PLOCHER System installiert. Eine Verbesserung der Wasserqualität zeigte sich bereits im September des selben Jahres. Neuerliche Untersuchungen im Jahr 1997 ergaben, dass keine Schlammablagerung mehr nachgewiesen werden kann. Ebenfalls konnten keine erhöhten Phosphor- und Phosphatkonzentrationen festgestellt werden. Der erhöhte Nitratwert ist eher auf die Grundwasserzuströme aus landwirtschaftlichen Gebieten zurückzuführen.

PLOCHER-System

Das PLOCHER System ist ein naturgerechtes, ganzheitliches Verfahren zur Sanierung und Ursachenbehandlung gestörter ökologischer Prozesse. Mikroorganismen werden angeregt, aerobe Umsetzungsprozesse in Gang zu bringen. Wird das PLOCHER-System in Gewässern eingesetzt, so findet ein aerober Schlammabbau statt. Durch diese Abbauprozesse werden die enthaltenen Nährstoffe aus dem Schlamm und Untergrund rückgelöst.

Diese Nährstoffe können von den Pflanzen gut aufgenommen werden, da sie leicht verfügbar sind. Wenn sehr viel Schlamm vorhanden ist und die Umsetzung besonders heftig erfolgt, so kann es passieren, dass sich die Pflanzen durch den Nährstoffreichtum stark vermehren.

So werden die Nährstoffe gebunden und dem Wasser entzogen. Können die Pflanzen trotzdem nicht alle Nährstoffe aufnehmen, belasten diese das Gewässer solange, bis der gesamte Schlamm und die überschüssigen Nährstoffe abgebaut bzw. gebunden sind. Sind keine gelösten Nährstoffe mehr vorhanden, so reduziert sich das Pflanzenwachstum auf ein natürliches Maß.

Dieser Vorgang wird durch das PLOCHER-System unterstützt und beschleunigt. Es ist beachtlich, dass statt der in einem solchen Fall sonst üblichen Algenblüte ein- und zweikeimblättriger Pflanzen, wie Froschlöffel und Tannenwedel, wachsen. Es ist darauf zu achten, dass der Schlammabbau vor allem im Herbst und Winter, in der Vegetationsruhe, geschieht, um der Algenblüte bzw. dem vermehrten Pflanzenwachstum vorzubeugen.

Kasten 2: Beschreibung des PLOCHER-Einsatzes im Oedtsees (Quelle: www.traun.at)

6. Begleituntersuchung

Zur Überprüfung des Erfolges der Sanierungsmassnahmen wurden keine speziellen Begleituntersuchungen durchgeführt. Dies ist dank der regelmässigen Überwachung der Badewasserqualität durch das Land Oberösterreich auch nicht notwendig. Im Folgenden wird die Gewässeranalyse wiedergegeben und vor allem die bakteriologischen Untersuchungen ausführlich diskutiert.

6.1. Gewässeranalyse

Der Oedtsee wurde regelmässig hinsichtlich der üblichen chemischen Parameter untersucht. Für den Vergleich in Tabelle 2 wurden ausschliesslich Messungen aus der Westbucht verwendet, bei welchen der limnologisch interessante Phosphatgehalt miterhoben wurde.

Tabelle 2: Vergleich der Analysewerte in der Westbucht des Oedtsees von 1991 bis 2004

	Einheit	12.06.1991	21.04.1997	04.05.2004
Temperatur	°C	16.0	8.2	16.6
Farbe (sensorisch)		Opalisierend	Klar, farblos	Klar, farblos
Geruch (sensorisch)		Kein	Kein	Kein
Bodensatz (sensorisch)		Mineralischer und organischer Detritus	Kein	Kein
Leitfähigkeit (20°C)	µS/cm	568	530	521
pH-Wert		8.08	8.08	8.07
Nitrat	mg/l	9.9	15.7	8.1
Nitrit	mg/l	0.05	0.03	0.05
Ammonium	mg/l	0.0	0.00	<0.05
Orthophosphat	mg/l	0.0014*	0.000**	0.010
Gesamtphosphat	mg/l	0.0103*	0.012**	<0.020
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	8.6	4.2	
TOC (NPOC-Verfahren)	mg/l C			1.3
Carbonathärte	°dH	11.3	11.3	10.7
Gesamthärte	°dH	14.2	14.8	13.9
Calcium	mg/l	72.2	76.8	72.4
Magnesium	mg/l	18.1	17.5	16.4
Chlorid	mg/l	38.6	37.8	46.4
Sulfat	mg/l	33.6	37.6	37.2
Eisen	mg/l	0.05	0.06	0
Mangan	mg/l	0.00	0.00	0

*Phosphatmessungen am 27.04.1992 gemittelt, aus Gewässerbericht 1992, Tabelle1b

**Phosphatmessungen am 07.05.1997

6.2. Bakteriologie

Im Gegensatz zu den chemischen Analyseparametern liegen im Bereich der Bakteriologie umfangreiche Messserien vor, welche zur Beurteilung der Badewasserqualität mehrmals pro Jahr erhoben wurden. Der Verlauf der Gesamtkeimzahl, Escherichia Coli und Enterokokken ist in den Diagrammen 1-3 dargestellt. Die Anzahl der Messwerte war in den verschiedenen Jahren sehr unterschiedlich. Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurden nur Messwerte der Monate Mai bis September berücksichtigt und auf der Zeitachse massstäblich dargestellt. Der Achsen-schnittpunkt wurde so gewählt, dass er mit dem Beginn der PLOCHER-Behandlung zusammenfällt.

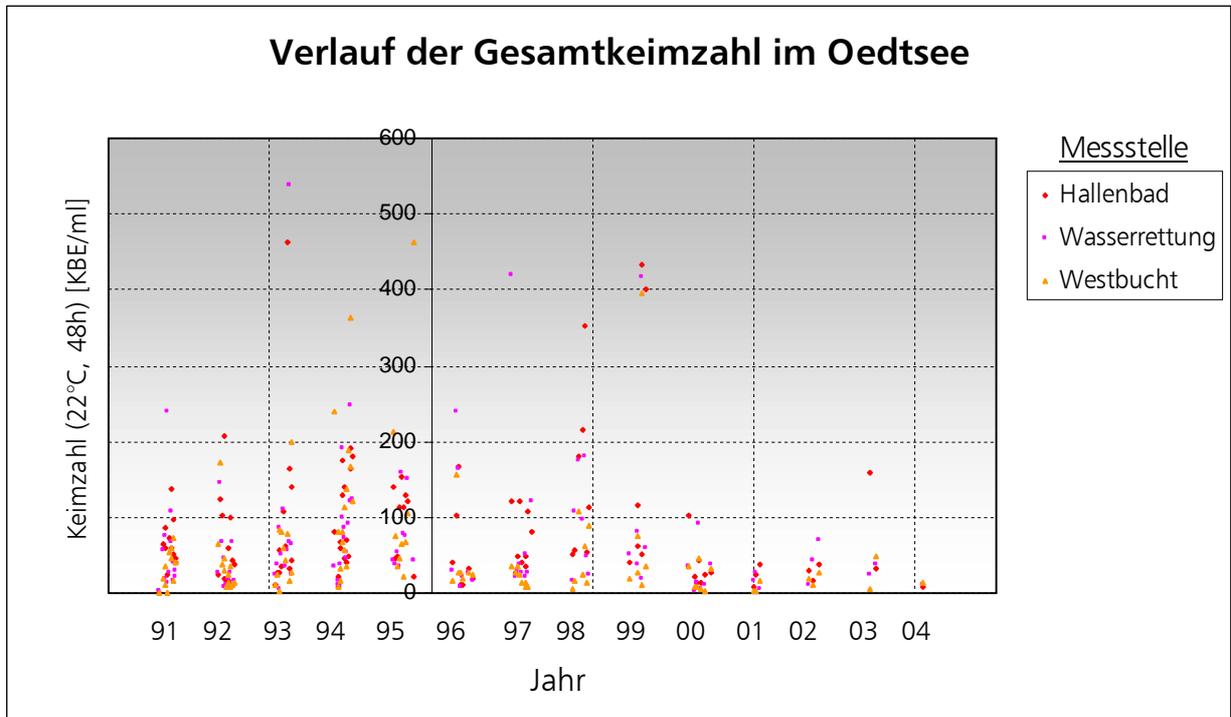


Diagramm 1: Verlauf der Gesamtkeimzahl

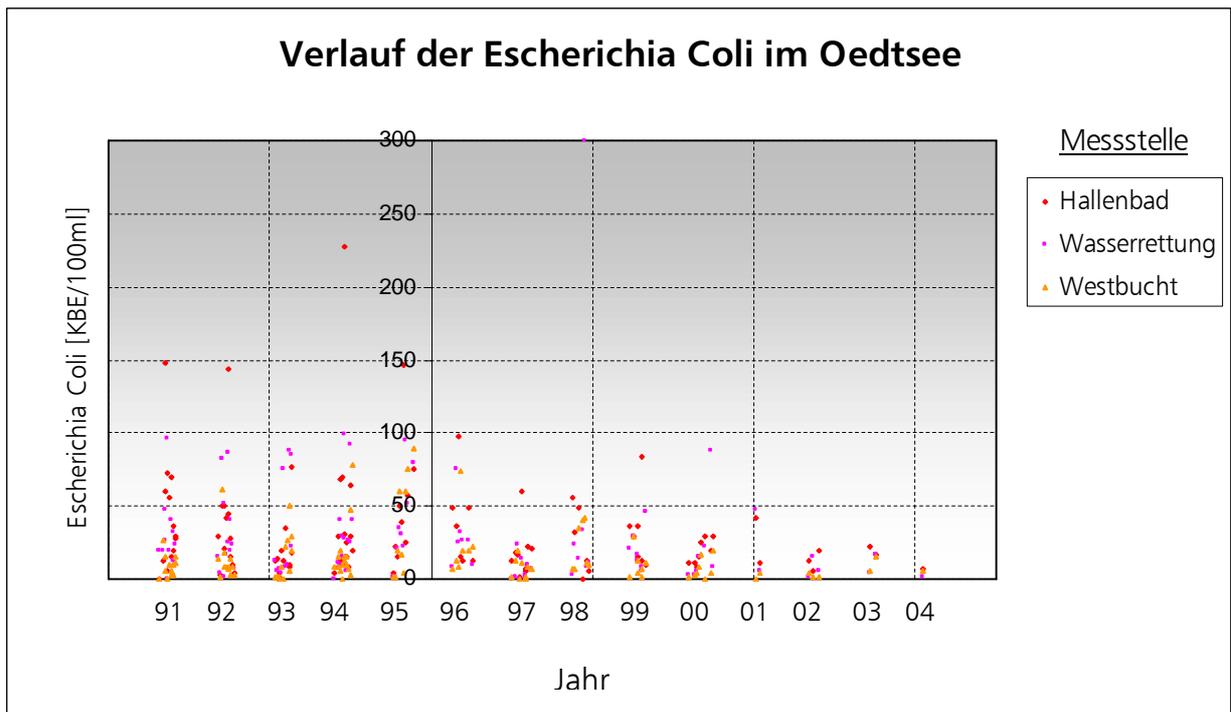


Diagramm 2: Verlauf der Escherichia Coli

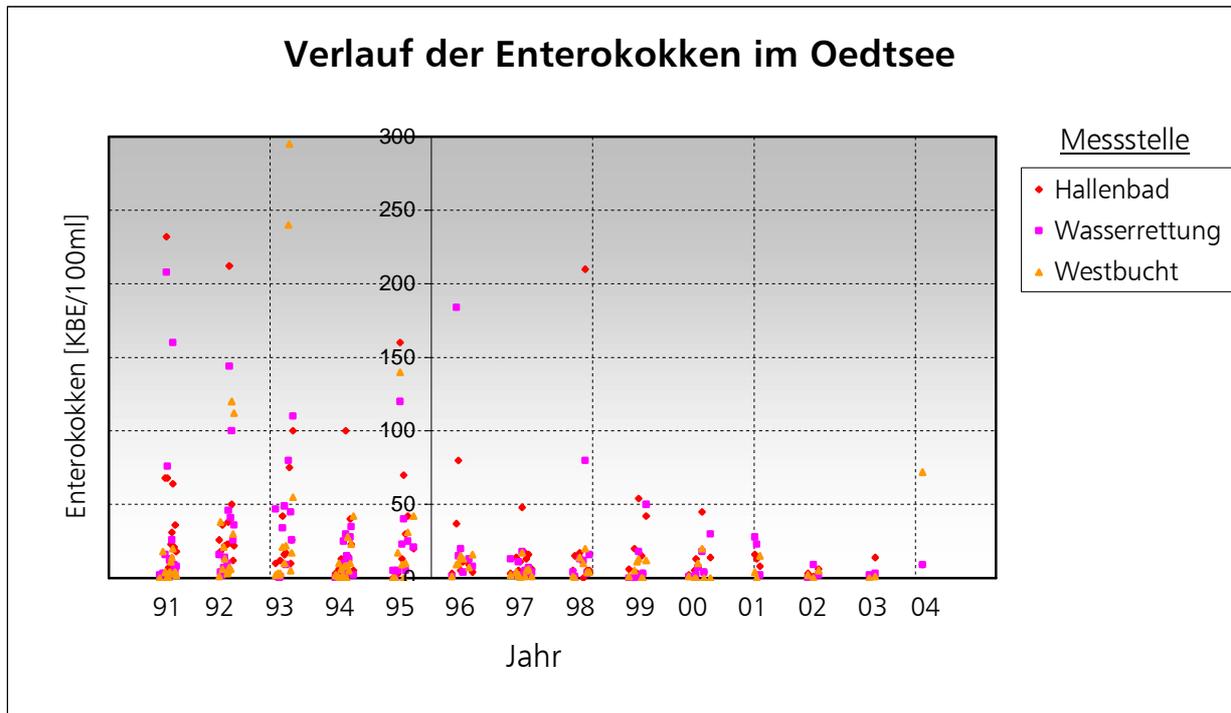


Diagramm 3: Verlauf der Enterokokken

Die Keimbestimmungen erfolgten durch das Kompetenzzentrum Hydroanalytik des AGES, der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit in Linz unter der Leitung von Dr. Dipl. Ing. Norbert Inreiter. Vereinzelt wurde auch auf Salmonellen getestet, jedoch nie welche nachgewiesen. Alle Gewässerproben erfüllen ausnahmslos die Anforderungen an ein Badegewässer nach ÖNORM M 6230.

7. Resultate

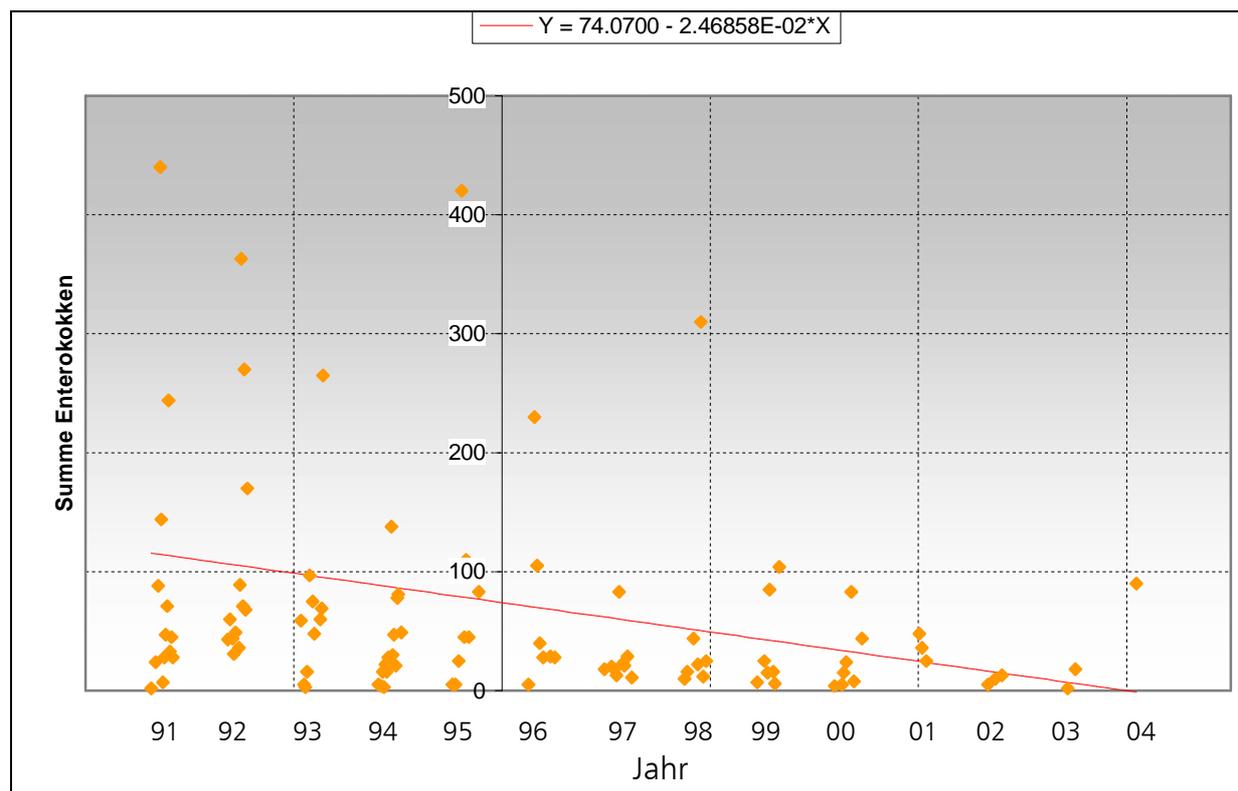
Anhand der chemischen Analysewerte sind keine signifikanten Ergebnisse sichtbar. Die Parameter verändern sich – soweit an den vorhandenen Daten erkennbar – über die ganzen 14 Jahre nur geringfügig. Der Gesamtposphatgehalt scheint eher etwas zu steigen, bewegt sich aber auf einem limnologisch unkritischen Niveau von weniger als $20 \mu\text{g/l}$. Die Phosphatmessungen sind infolge der geringen Anzahl an Messwerten aber nicht interpretierbar. In Bezug auf die sensorischen Parameter ist eine Verbesserung hin zu klarem Wasser ohne Bodensatz erkennbar.

Bezüglich der Bakteriologie sind signifikante Veränderungen nachweisbar, die zeitlich mit der Durchführung der Sanierungsmassnahmen einhergehen. Die Auswertungen wurden in Excel 2000 erfasst und mit dem Statistiktool Winstat 2001.1 ausgewertet. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse zusammengefasst:

Tabelle 3: Signifikante Unterschiede in der Bakteriologie vor und nach Sanierungsbeginn 1996

Messstelle	Gesamtkeimzahl			Escherichia Coli			Enterokokken		
	West-bucht	Wasser-rettung	Hallen-bad	West-bucht	Wasser-rettung	Hallen-bad	West-bucht	Wasser-rettung	Hal-lenbad
Anzahl der Messungen vor Sanierungsstart	61	61	61	61	61	61	61	61	61
Anzahl der Messungen nach Sanierungsstart	45	45	45	46	46	46	46	46	46
U-Test p- Wert	0.002	0.229	0.166	0.237	0.024	0.223	0.024	0.013	0.008
Signifikanz p<0.05	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja

Aus Tabelle 3 folgt, dass sich die Enterokokken am besten als Indikatoren für eine positive Veränderung der Wasserqualität durch die Sanierungsmassnahmen heranziehen lassen. Da die Tendenz an allen 3 Messstellen dieselbe ist, kann ein Summenparameter errechnet werden, indem einfach die Messwerte der 3 Messstellen addiert werden. Dieser Summenparameter lässt sich sehr genau durch lineare Regression modellieren (s. Diagramm 4). Der Zusammenhang ist hochsignifikant, was durch eine Analyse der Rangkorrelation nach Spearman bestätigt wird.



8. Diskussion

Anhand der Feststellungen des Umweltausschusses und des Tauchervereins in Traun, sowie der begeisterten Beobachtungen zahlreicher Badegäste steht es ausser Diskussion, dass die Sanierungsmassnahmen die gewünschten Resultate erbracht haben: deutlicher Rückgang der Algenproblematik, einhergehend mit einer bakteriologischen Verbesserung. Der Erfolg der PLOCHER-Behandlung lässt sich anhand des Summenparameters der Enterokokken sehr schön aufzeigen. Um eine abschliessende wissenschaftliche Aussage machen zu können, wäre ein Vergleich mit der Entwicklung der Enterokokken in einem der benachbarten See zweckmässig, welche immer noch dieselben Problem haben, wie der Oedtsee vor der PLOCHER-Behandlung.

Zudem wäre zur Veranschaulichung des Rückgangs der Algenproblematik eine Darstellung der Sichttiefenveränderung über den gesamten Zeitraum wünschenswert. Es bleibt abzuklären, ob diese Daten systematisch erhoben wurden und für Dokumentationszwecke verfügbar sind.

9. Fazit

Die erzielten Resultate bestätigen die Wirksamkeit des PLOCHER-Systems, welches bereits mehrfach zur Seesanieung eingesetzt wurde und jeweils zu einer nachhaltigen Verbesserung der Wasserqualität geführt hat.

10. Anhang

10.1. Quellenverzeichnis

- Internetseite der Stadt Traun: www.traun.at
- Internetreferenz Oedtsee: www.plocher.com
- Traun-Kurzbericht 96-99: PLOCHER, D-Meersburg
- Messwertprotokolle des AGES, gez. Frau Dipl. Ing. Ursula Kainz
- Gewässerschutzbericht Band 1/1992 des Landes Oberösterreich: www.land-oberoesterreich.gv.at

10.2. Messwerttabelle

		Gesamtkeimzahl			Escherichia Coli			Enterokokken		
Datum	Tage	West- bucht	Hallenbad	Wasserret- tung	West- bucht	Hallenbad	Wasserret- tung	West- bucht	Hallenbad	Wasserret- tung
3.5.1991	-1684	0	0	3	0	0	19	0	0	2
2.6.1991	-1664	19	64	57	27	12	19	18	3	3
25.6.1991	-1651	12	58	19	6	148	48	4	68	16
4.7.1991	-1642	36	85	76	15	60	27	0	232	208
10.7.1991	-1636	0	1800	240	0	72	96	0	68	76
17.7.1991	-1629	0	24	13	0	5	0	0	7	0
24.7.1991	-1622	54	72	26	10	56	20	4	12	12
31.7.1991	-1615	60	59	66	3	16	8	11	23	13
7.8.1991	-1608	47	138	107	5	70	40	14	31	26
14.8.1991	-1601	72	96	41	10	36	32	20	64	160
21.8.1991	-1594	15	50	17	3	20	13	3	21	9
28.8.1991	-1587	40	45	30	16	30	24	4	36	5
3.9.1991	-1581	40	41	21	11	28	11	2	18	8
25.5.1992	-1316	64	24	27	14	30	16	1	26	16
4.6.1992	-1306	172	123	145	2	3	4	38	18	4
16.6.1992	-1294	37	102	67	62	50	82	6	36	2
23.6.1992	-1287	29	208	8	9	50	2	21	3	7
30.6.1992	-1280	47	20	46	18	21	52	13	22	14
16.7.1992	-1264	9	15	10	9	42	17	3	23	10
21.7.1992	-1259	24	17	19	9	44	86	5	38	46
28.7.1992	-1252	14	58	20	7	144	25	7	212	144
5.8.1992	-1244	8	10	9	3	28	20	6	24	41
11.8.1992	-1238	34	100	28	14	16	40	120	50	100
18.8.1992	-1231	12	42	68	8	10	24	30	12	26
25.8.1992	-1224	14	38	15	3	4	7	112	22	36
11.5.1993	-965	10	11	24	1	12	12	2	10	47
25.5.1993	-951	23	28	38	2	14	5	3	1	1
1.6.1993	-944	84	56	86	1	4	0	2	1	0

8.6.1993	-937	4	28	6	0	2	7	3	12	1
22.6.1993	-923	82	34	52	9	20	4	21	42	34
5.7.1993	-910	59	108	110	0	12	76	10	16	49
13.7.1993	-902	43	63	34	23	35	9	22	17	9
28.7.1993	-887	78	464	56	26	320	10	240	460	80
3.8.1993	-881	1120	164	538	50	9	840	295	75	400
11.8.1993	-873	16	32	68	5	10	88	5	10	45
18.8.1993	-866	27	42	23	20	18	23	17	26	26
25.8.1993	-859	200	140	65	29	77	85	55	100	110
17.5.1994	-594	240	80	35	8	4	0	2	3	0
31.5.1994	-580	7	8	12	8	9	7	1	3	0
7.6.1994	-573	80	21	15	16	30	11	10	6	0
13.6.1994	-567	16	68	12	5	13	10	0	3	0
20.6.1994	-560	33	60	39	20	68	40	6	13	3
27.6.1994	-553	80	176	100	10	10	16	1	5	10
4.7.1994	-546	68	128	192	0	70	29	1	2	25
11.7.1994	-539	57	47	85	13	31	99	8	8	8
18.7.1994	-532	112	140	72	16	228	28	8	100	30
25.7.1994	-525	138	40	54	10	25	5	0	15	15
1.8.1994	-518	34	71	46	16	16	16	28	15	4
8.8.1994	-511	188	48	92	7	8	27	5	3	13
16.8.1994	-503	362	192	248	3	30	25	10	40	28
22.8.1994	-497	166	164	120	48	64	92	23	23	35
5.9.1994	-483	120	180	123	78	20	40	42	5	2
8.5.1995	-238	212	140	44	1	4	2	0	0	5
23.5.1995	-223	76	47	39	1	22	2	0	5	0
7.6.1995	-208	34	48	54	20	15	21	17	3	5
22.6.1995	-193	46	112	36	60	50	35	140	160	120
4.7.1995	-181	64	154	158	17	39	31	9	13	23
13.7.1995	-172	22	114	77	4	146	23	0	70	40
26.7.1995	-159	68	130	76	60	25	95	10	30	5
8.8.1995	-146	106	120	152	76	57	51	31	42	25
12.9.1995	-111	462	21	44	90	76	80	42	20	21
7.5.1996	127	16	40	30	7	49	8	1	3	1
4.6.1996	155	155	103	240	12	36	76	9	37	184
17.6.1996	168	26	168	164	9	98	25	10	80	15
1.7.1996	182	26	12	8	74	16	32	15	5	20
16.7.1996	197	19	12	22	20	12	26	13	11	4
20.8.1996	232	28	32	26	19	49	27	7	9	13
11.9.1996	254	24	19	17	22	12	10	16	4	8
07.5.1997	492	34	120	420	2	12	0	2	3	13
10.6.1997	526	26	28	22	13	18	2	4	14	2
24.6.1997	540	34	48	29	20	17	24	2	5	11
04.7.1997	550	25	120	38	0	2	0	0	11	2
16.7.1997	562	14	40	28	11	60	14	17	48	18
04.8.1997	581	8	34	52	1	7	1	1	17	5
11.8.1997	588	14	48	22	0	6	3	5	13	3
25.8.1997	602	9	108	26	8	22	10	6	16	7
15.9.1997	623	620	80	120	7	21	7	1	6	4
27.5.1998	877	6	52	15	7	56	3	1	5	4
09.6.1998	890	15	56	108	7	32	24	0	15	1
09.7.1998	920	108	180	176	35	49	14	14	17	13
30.7.1998	941	23	216	96	40	0	33	10	0	12

13.8.1998	955	61	352	180	42	480	300	20	210	80
24.8.1998	966	14	54	48	11	13	8	4	5	3
08.9.1998	981	90	112	25	10	5	11	4	5	16
10.5.1999	1225	19	40	50	1	36	21	1	6	0
14.6.1999	1260	-	-	-	30	30	30	5	20	0
29.6.1999	1275	28	62	38	12	36	12	11	3	1
09.7.1999	1285	74	115	82	4	16	17	13	54	18
27.7.1999	1303	396	432	416	7	84	8	0	15	1
04.8.1999	1311	12	52	20	1	13	6	0	3	3
25.8.1999	1332	36	400	58	11	10	46	12	42	50
16.5.2000	1597	34	102	35	1	11	3	1	2	1
20.6.2000	1632	8	21	4	3	11	3	0	5	0
29.6.2000	1641	7	13	14	4	8	6	0	13	2
11.7.2000	1653	45	44	92	8	15	15	10	7	7
4.8.2000	1677	6	14	5	17	25	16	20	45	18
17.8.2000	1690	4	24	10	0	29	22	0	4	4
25.9.2000	1729	32	26	38	4	20	88	0	14	30
27.6.2001	2004	2	9	16	2	64	120	4	16	28
10.7.2001	2017	4	24	28	0	42	48	0	13	23
30.7.2001	2037	16	39	6	4	11	5	15	8	2
23.5.2002	2334	20	30	11	4	12	2	2	3	0
27.6.2002	2369	12	16	43	2	5	15	0	1	9
29.7.2002	2401	27	38	69	1	19	6	5	6	2
10.6.2003	2717	5	160	24	5	22	4	0	0	2
16.7.2003	2753	48	32	37	16	17	17	1	14	3
4.5.2004	3046	13	8	11	5	7	2	72	9	9