



Ignaz-Günther-Gymnasium

Seminararbeit

Thema: Verschmutzungsfaktoren von Seen am Beispiel Simssee

Verfasserin: Franka Schweiger
Leitfach: Physik
Seminarkürzel: 2Ph_W
Lehrkraft: StR Dr.Thomas Grillenbeck

Abgabe der schriftlichen Arbeit am:

[Datumsstempel Sekretariat]

Präsentation mit Prüfungsgespräch am:

____.____.20____

Bewertung	Note	in Worten	Punkte		Punkte
schriftliche Arbeit				x 3	
Abschlusspräsentation				x 1	
Summe					
Gesamtleistung nach § 29 (7) GSO = Summe : 2 (gerundet)					

Unterschrift der Lehrkraft

Inhalt

I. Bedrohung der Gewässer - auch ein Problem für regionale Seen?.....	3
II. Verschmutzung des Simssees.....	4
1. Geschichte des Simssees.....	4
1.1 Entstehung und Beschaffenheit des Simssees.....	4
1.2 Frühere Probleme auf Grund von Verschmutzung.....	6
1.3 Maßnahmen gegen Verschmutzung.....	7
2. Aktuelle Lage.....	8
2.1 Nährstoffübersättigung als Verschmutzungsfaktor.....	8
2.1.1 Erläuterung der Trophien.....	8
2.1.2 Begriffserklärung Eutrophie.....	8
2.1.3 Folgen der Nährstoffübersättigung.....	10
2.1.4 Auswertungen.....	11
2.2 Verschmutzung durch Keime.....	14
2.2.1 Gewässerbelastung durch Keime.....	14
2.2.2 Folgen der Keimverschmutzung.....	14
2.3 Maßnahmen gegen die Verschmutzungsfaktoren.....	15
2.3.1 Ringkanalisation.....	15
2.3.2 Abwasserzweckverband.....	17
2.3.3 Badeverbot.....	18
3. Untersuchungen.....	19
3.1 Ergebnisse von Untersuchungen des Simssees.....	19
3.2 Probenahme und Vor-Ort Untersuchungen.....	20
3.3 Verschiedene Wasserprobennehmer.....	23
III. Ausblick auf die Zukunft.....	24
IV. Anhang	
4.1 Quellenverzeichnis.....	26
4.2 Abbildungsverzeichnis.....	28
4.3 Erklärung der Verfasserin.....	30

I. Bedrohung der Gewässer – auch ein Problem für regionale Seen?

Aktuell wird mehr und mehr über den Umweltschutz gesprochen und diskutiert. Mit Bewegungen wie „Fridays for future“ und Vorbildern wie Greta Thunberg, eine junge Umweltaktivistin, werden nun die Medien auch aufmerksam auf das Thema gemacht. Es werden oft der CO₂ Ausstoß und der daraus folgende Treibhauseffekt, oder auch die starke Verschmutzung der Weltmeere und die Vermüllung der Umwelt kritisiert. Die Meere werden durch den Plastikmüll bedeckt und die Tierwelt dadurch bedroht und gefährdet. Durch die Erderwärmung schmelzen aber auch Gletscher und die Eiskappen, wodurch dann das geschmolzenen Eis in die Meere gelangt und dort den Salzgehalt senkt, und somit wichtige Meeresströme geschwächt oder sogar ausgelöscht werden können.

In der indischen Stadt Bangalore zum Beispiel hat der Bellandursee mit heftiger Verschmutzung zu kämpfen. Dies hat zur Folge, dass tausende tote Fische an der Seeoberfläche schwimmen und sich ein giftiger Schaum auf dem See bildet, der leicht entflammbar ist und Krankheiten verursacht. Die Felder um den See sind auch schon betroffen, denn das angebaute Gemüse hat einen viel zu hohen Wert an Schwermetallen, was das Gemüse ungenießbar macht. Die Gründe für diese Verschmutzung sind, dass die gesamten ungeklärten Abwässer von Bangalore in den See geführt werden. Zudem lässt die Industrie ihre chemischen und giftigen Abflüsse ebenfalls in den See fließen. (21) (22)

Doch bei allen diesen weltweiten Gefahren und Bedrohungen für Ozeane und Seen, stellt man sich die Frage, ob andere Gewässer, wie Seen oder Flüsse in unserer Umgebung, solchen Gefahren auch ausgesetzt sind. In der folgenden Arbeit wird besonders auf die wichtigsten Verschmutzungsfaktoren der Seen in der Region eingegangen, und am Beispiel des Simssees veranschaulicht. Zuerst wird auf die Geschichte und Beschaffenheit des Simssees eingegangen. Da der Simssee in der Vergangenheit mit starker Verschmutzung zu kämpfen hatte, wird diese genauer beschrieben und erläutert. Den

Hauptteil der Arbeit bilden die heute noch häufigsten Verschmutzungsfaktoren, die unsere Seen belasten und die Gegenmaßnahmen, die ergriffen werden, um unsere Seen sauber zu halten. Am Ende werden noch verschiedenen Untersuchungsmethoden dargestellt.



Abbildung 1: Simssee Baierbach

II. Verschmutzung des Simssees

1. Geschichte des Simssees

1.1 Entstehung und Beschaffenheit des Simssees

Der Simssee liegt im östlichen Landkreis Rosenheim. Dieser ist von einer Moränenlandschaft umgeben. Diese Moränenlandschaft entstand zu der Zeit als Rosenheim noch von Gletschern bedeckt war, in der Würm-Kaltzeit, die sich von 115.000 bis 10.000 Jahre vor heute erstreckte. (1)

Die Gletscher brachten viel Geröll mit sich, das nach Abschmelzen des Eises an den Seiten liegen blieb und die Moränen bildeten. Die Gletscherzunge formte eine wannenartige Hohlform bei ihrem Vordringen und durch das Abschmelzen des Gletschers wurden die sogenannten Zungenbecken mit Wasser gefüllt, wodurch die Zungenbeckenseen entstanden. Der Simssee gehört zu den Zungenbeckenseen. (23)

Vor ca. 10.000 Jahren zog sich langsam der Inn-Gletscher wieder zurück und hinterließ ein großes Stammbecken, das durch End- und Seitenmoränen begrenzt wurde. Nach der Eiszeit füllte das Wasser des Inns das Rosenheimer Becken auf und so entstand der Rosenheimer See. Dieser erstreckte sich über 50 km von Kufstein nach Wasserburg. In einer Zeitspanne von 3.000 Jahren füllte sich der See durch Sedimente aus Erosionen und

Zuflüssen auf. So blieb der Simssee als Zungenbeckensee erhalten, denn die Zwischenmoränen in Stephanskirchen verhinderten das Auslaufen des Sees. Ein Drittel der ursprünglich Größe hat der Simssee heute nur noch. (2)

Mit einer Oberfläche von 6,5 km² und einer Maximaltiefe von 22 m ist der Simssee der größte der 27 Seen im Landkreis Rosenheim.

Durch die geringen Tiefe steigen im Sommer die Temperaturen des Wassers rasch auf über 20 Grad Celsius, dadurch ist er ein beliebter Badesee mit verschiedenen Badestellen. Deshalb steht er gemäß der bayrischen Badegewässerverordnung unter strenger Kontrolle der Wasserqualität durch die zuständigen Ämter.

Das Wassereinzugsgebiet des Sees erstreckt sich von Stephanskirchen im Südwesten bis nach Norden über Bad Endorf hinaus. Im Süd-Osten erreicht es die maximal Ausdehnung kurz vor Frasdorf und kommt so auf eine Größe von circa 75 km². Der Simssee hat mehrere Zuflüsse und seine Abflüsse bilden die Sims. Insgesamt gibt es 30 größere und kleinere Zuflüsse, von denen die Thalkirchner und Antwörter Ache die wichtigsten sind. Sie münden im Nordosten nicht weit entfernt voneinander in den Simssee. (2)

Der Seeboden im Süden und Osten ist meist lehmig und verhindert größtenteils das Einsickern des Wassers. Die Moore im Südwesten und Nordwesten sowie die Uferhänge waren wenig geeignet für eine dichte Besiedelung, weshalb keine Ortschaften trotz Bahnlinie und Infrastruktur am See entstanden. Die steileren Hänge des Seeufers im Nordwesten sind stark bewaldet, sie flachen aber im südlichen Teil ab und werden landwirtschaftlich genutzt. Der Hang im Südosten ist weitgehend mit Wochenendhäuser bebaut, jedoch bestimmen auch hier die Reste früherer Wälder das Landschaftsbild. Der Simssee und seine Umgebung stehen größtenteils unter Landschaftsschutz. (2)



Abbildung 2: Infotafel
Landschaftsschutzgebiet

1.2 Frühere Probleme auf Grund von Verschmutzung

Die Geschichte des Simssees lässt sich grob in zwei Abschnitte einteilen: vor und nach der Ringkanalisation. In der Zeit vor der Kanalisation konnte beobachtet werden, dass die Seewasserqualität durch die zunehmende Abwassereinleitung in den See stark sank und dies auch zu einer fortschreitenden Eutrophierung, d.h. einer Nährstoffübersorgung führte. Dieses Thema wird in Kapitel 2.1 genauer ausgeführt.

1959 wurde der See wegen seiner schlechten Qualität das erste Mal aufgrund seiner Verschmutzung sogar zu einer Gefahr. Es erkrankten drei Bürgern bei Baden im Simssee ernsthaft, was den damaligen Landrat Georg Knott dazu brachte eine Lösung suchen zu müssen. Zu der Zeit stellte sich heraus, dass der See sehr stark mit landwirtschaftlichen und häuslichen Abwässern belastet wurde und das der Grund der schlechten Wasserqualität war. Es wurden verschiedene Ideen für eine Lösung des dringlichen Problems auf den Tisch gebracht. Wegen der hohen Kosten verzögerte sich das Ausarbeiten der Lösungsansätze. (2)

Im Laufe der nächsten zehn Jahre nahm die Einleitung der Abwässer stetig zu und die Eutrophierung nahm solche Ausmaße an, dass gehandelt werden musste. Die Blaualgenentwicklung explodierte Mitte der Sechziger Jahre, was dem Simssee wegen seiner schillernden Färbung und der vielen Algen, die das Seewasser braun wirken ließen, den Namen „Coca-Cola-See“ einbrachte. In den Jahren 1969/70 kam es endlich zu einer Untersuchung der Nährstoffbelastung des Simssees durch die Bayerische Biologische Verwaltungsanstalt. In dieser wurden alle 30 Zuflüsse des Simssees untersucht und ausgewertet. Die Ergebnisse zeigten, dass zur Zeit der Untersuchungen ca. 6,3 Tonnen Phosphor jährlich dem Simssee zugeflossen waren. (2)

1.3 Maßnahmen gegen die Verschmutzung

Aus hygienischer Sicht wurde deswegen zu einer abwassertechnischen Sanierung geraten. Verschiedene Lösungsvorschläge wurden vorgestellt, aber es wurde dann der Vorschlag einer Ringkanalisation gewählt. Diese sollte um den gesamten Simssee gelegt werden und eine Ableitung in südöstliche Richtung zum Inn sein. Im Nachhinein war die Entscheidung, den Lösungsvorschlag der Ringkanalisation zu verwirklichen, die beste Möglichkeit, denn ohne sie hätte man noch heute erhebliche Probleme, die Eutrophierung unter Kontrolle zu bekommen.

1992 fiel der Simssee erstmals wieder positiv auf. Die Qualität des Simssees hat sich endlich wieder spürbar verbessert. Das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft konnte den See bei Messungen als mäßig belastet einstufen, welcher vor 20 Jahren noch als „Coca-Cola See“ bezeichnet wurde. Das Wasserwirtschaftsamt Rosenheim, das an den Untersuchungen beteiligt war, versicherte, dass die positive Entwicklung eine Folge der verringerten Abwassereinleitung sei. Die Anliegergemeinden hatten ihre Kanalanlagen saniert und ihr Schmutzwasser anstatt in den See, mit der Ringkanalisation um den See in ein Kläranlage geleitet.

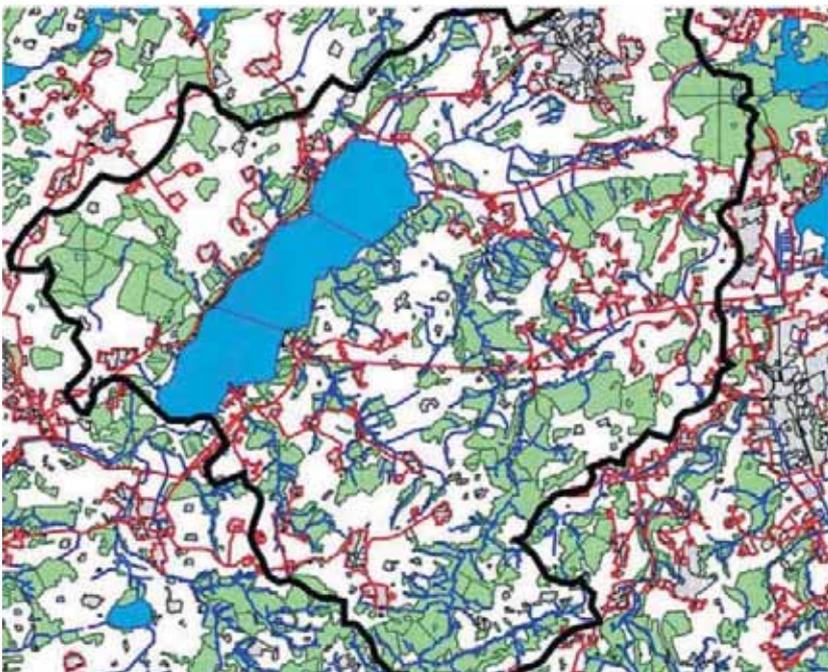


Abbildung 3: Ringkanalisation um den Simssee

2. Aktuelle Lage

2.1 Nährstoffübersättigung als Verschmutzungsfaktor

2.1.1 Erläuterung der Trophien

Um den See richtig untersuchen und verstehen zu können muss man die Trophie des Sees betrachten. Trophie bezeichnet die Biomasse, sowie das Wachstum und die Vermehrung der Algen und Wasserpflanzen in Abhängigkeit von dem Gehalt an organischen Nährstoffen im See. Es wird zwischen vier Trophiesystemen unterschieden. Oligotroph, mesotroph, eutroph und polytroph. Die zwei häufigsten und damit wichtigsten Trophiesysteme sind oligotroph und eutroph. (3) Ein oligotropher See hat eine geringe Nährstoffbelastung, eine geringe Algenproduktion und somit eine hohe Sichttiefe und einen hohen Sauerstoffgehalt im ganzen See. Im Gegensatz dazu steht ein eutropher See, der eine starke Nährstoffbelastung und eine hohe Algenproduktion hat. Zudem kommt es zu einer regelmäßigen Algenblüte, was bedeutet, dass eine plötzliche und starke Vermehrung von Algen oder insbesondere Blaualgen (Cyanobakterien) im Gewässer auftritt. Die Wasseroberfläche des Sees färbt sich aufgrund der Algenblüte grün und wird trüb. (4) Das hat eine geringe Sichttiefe im See zu Folge. Zum Teil kommt es zu anaeroben (ohne Sauerstoff) Zuständen und zu einem totaler Sauerstoffschwund in den Tiefen des Sees. (2)

Die Trophie ist auch ein Standortfaktor eines Biotops oder eines Ökosystems, der die Entfaltung verschiedener Lebensgemeinschaften von Tieren und Pflanzen bestimmt. Wenn ein Lebensraum mit Nährstoffen angereichert wird nennt man dies „eutrophieren“. (5)

2.1.2 Begriffserläuterung Eutrophie

Bei der Untersuchung der Trophie stößt man auf den ersten Verschmutzungsfaktor. Hier ist nämlich meist die anthropogene (durch den Menschen bedingte) (6) Erhöhung des Nährstoffgehalts von Gewässern durch Nährstoffe, insbesondere Stickstoff und Phosphor gemeint. Dies hat oft negative Folgen für die Gewässer und ihre Nutzbarkeit.

Der Einsatz mineralischer und organischer Dünger um Erträge zu steigern ist in der konventionellen Landwirtschaft an der Tagesordnung. Das größte Problem entsteht dabei jedoch durch hohe Nährstoffüberschüsse, wenn mehr gedüngt wird, als von den Pflanzen aufgenommen werden kann. Der überschüssige Dünger wird durch Regen in das Grundwasser und in angrenzende Gewässer geschwemmt. Dadurch entsteht eine Nährstoffübersversorgung (Eutrophierung) in den Flüssen und Seen.

Dort gefährdet der Dünger als Nitrat das Grundwasser und trägt zur Eutrophierung von Oberflächengewässern bei. Ein zu hoher Stickstoffgehalt in diesen Gewässern führt zu einer Steigerung der pflanzlichen Produktion, wie zum Beispiel der Algen. In Seen setzen die Mikroorganismen, wie Pilze, Bakterien und Kleinsttiere, aus abgestorbenen organischen Stoffen unter Sauerstoffverbrauch die Nährstoffe frei. So können Pflanzen und Algen diese als Nahrung aufnehmen, was deren Wachstum fördert. Als Folge vermehren sich die Algenmassen und verschlechtern die Lichtverhältnisse. Abgestorbene Algen werden wieder zersetzt und bilden gute Lebensbedingungen für Mikroorganismen. Während des Abbaus dieser organischen Stoffe werden Stickstoffverbindungen und Phosphate freigesetzt. Dieser Abbauprozess verbraucht viel Sauerstoff, was einen Sauerstoffmangel im See zur Folge haben kann. Die nun freigesetzten Phosphat- und Stickstoffverbindungen

fördern die Algenentwicklung erneut. Besonders in den Sommermonaten herrschen ideale Bedingungen für diese Algenentwicklung und so entsteht ein Teufelskreis. (7)



Abbildung 4: Eutrophierter Teich

2.1.3 Folgen der Nährstoffübersättigung

Eine Folge davon ist ein erheblichem Sauerstoffmangel im Gewässer, der zu lebensfeindlichen Bedingungen für Tiere und Pflanzen führen kann. Die überschüssigen Algen verbrauchen den Sauerstoff, folglich bleibt den Tieren und Pflanzen nicht mehr genug Sauerstoff übrig. (8)

Ein wichtiger Faktor, der zudem beachtet werden muss wenn man eine übermäßige Stickstoffzufuhr in Oberflächengewässern beobachten kann, sind auch andere wachstumsbegrenzende Nährstoffe, wie z.B. Phosphor. Das Verhältnis von Phosphor und Stickstoff ist für die Wachstumsbedingungen von Pflanzen entscheidend. Das biologische und natürliche Verhältnis von Stickstoff und Phosphor, 16:1 in Gewässern hat sich wegen der hohen Stickstoffeinträge verschoben. Dieses spielt eine wichtige Rolle für die Nährstoffwirkung und kann in den meisten Seen und Flüssen für das übermäßige Pflanzenwachstum verantwortlich gemacht werden. In wenigen Tagen bilden sich viele neue und unerwünschte Pflanzen, sodass ein klarer See in dieser kurzen Zeit unklar wird und auch die Sichttiefe nur noch wenige Zentimeter betragen kann. Kommt es in den folgenden Tagen und Wochen zu keinem weiteren großen Phosphateintrag, geht die Algenblüte wieder zurück, da das Phosphat von den Algen aufgenommen wird und somit kein Phosphat für weitere Algen zur Verfügung steht. Der Sauerstoffmangel und das Verdrängen der ursprünglichen Tiere und Pflanzen, die an die veränderten Lebensbedingungen nicht gut angepasst sind, hat zur Folge, dass die Artenvielfalt in vielen Gewässern abnimmt. (9) Die Eutrophierung zeigt sich besonders in Zunahme von Phytoplankton (freischwebende Algen), Pflanzen am Seeboden (Phytobenthos) und Wasserpflanzen (Makrophyten). (2)

Es können sich aber auch bestimmte Blaualgen bilden, die Gifte produzieren, die beim Verschlucken des betroffenen Seewassers im schlimmsten Fall zu Übelkeit, Erbrechen und Durchfall führen können. Besonders gefährdet sind Kleinkinder, die beim Spielen am Ufer schnell Wasser verschlucken können. Bei Personen mit sehr empfindlicher Haut kann es zu Hautreizungen und allergischen Reaktionen kommen. Daher rät das Umweltministerium NRW auf Verfärbungen, Trübungen oder Algensammlungen zu achten und diese als Warnhinweis zu sehen und dort auf das Baden zu verzichten. (13)

Ein Hinweis auf eine hohe Algendichte ist der blaugrüne Teil des Chlorophylls, der Chlorophyll a genannt wird. Chlorophyll spielt bei der Photosynthese eine wichtige Rolle, es absorbiert Licht, sorgt für den Energie- und Elektronentransfer und gibt den Pflanzen ihre grüne Farbe, weshalb es auch Blattgrün genannt wird. (10) Ist die Konzentration des Chlorophylls a in einem See sehr hoch, lässt sich eine große Algendichte daraus schließen. Je höher die Algendichte ist, desto trüber wird der See und desto geringer die Sichttiefe. Diese gehören häufig den Cyanobakterien, den Blaualgen, an und kommen in fast allen stehenden oder langsam fließenden Binnengewässern vor. (2)

2.1.4 Auswertung

Bei einer Untersuchung wurde die Eutrophierung des Simssees durch das bayrische Landesamt für Umwelt erfasst. Die Methode der Untersuchung war, vorhandene Daten von Phosphor-Einträgen im Einzugsgebiet mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) zu bewerten. Die Ergebnisse wurden in Karten im Maßstab 1:25.000 dargestellt. Sie stellen die Bereiche mit den verschiedenen Belastungen und Eutrophierungsgefährdungen dar. (11)

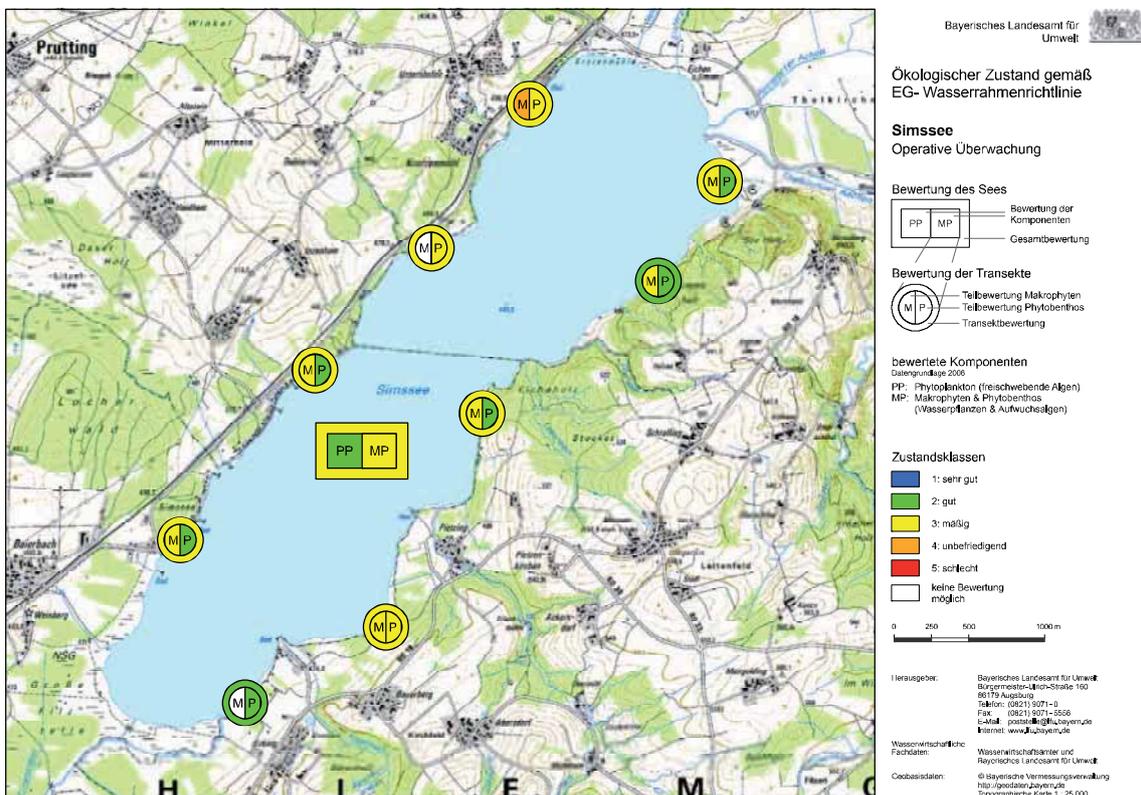


Abbildung 5: Karte mit Auswertung 2006



Abbildung 6: Karte mit Auswertung 2009



Abbildung 7: Karte mit Auswertung 2012

In den oben angefügten Anlagen kann man die Entwicklung des Simssees in den Jahren 2006 bis 2012 beobachten. Die Gesamtbewertung im Jahr 2006 fiel mit „mäßiger“ Bewertung aus. An einer Uferstelle nahe Krottenmühl wurden die Messungen der Mykrophyten als „unbefriedigend“ eingestuft, während bei den meisten anderen untersuchten Uferstellen die Ergebnisse „mäßig“ ausfielen. Die Messungen des Phytobentos fielen meist „gut“ bis „mäßig“ aus.

2009 steigerte sich die Gesamtbewertung auf „gut“, was eine Verbesserung zur letzten Messung im Jahre 2006 ist. An zwei Uferstellen, nahe Seewiesn und Angerfeld, wurden die Werte der Mykrophyten als „mäßig“ eingestuft, was eine Verschlechterung im Vergleich zur letzten Messung ist. Dafür steigerte sich der Wert der Phytobenthos in der Nähe von Achalterwiesen auf „sehr gut“.

Die Gesamtbewertung im Jahr 2012 wurde wieder auf „mäßige“ heruntergestuft. An den untersuchten Uferstellen kamen überwiegend „mäßige“ Ergebnisse heraus, sowohl bei den Mykrophyten als auch bei den Phytobenthos. In den meisten Regionen verschlechterten sich die Werte um eine Stufe, weshalb auch die Gesamtbewertung schlechter ausfiel.

Aktuellere Auswertungen der letzten Messungen standen nicht zur Verfügung.

Was die Gründe dieser Veränderungen sind kann man nur mit viel Aufwand nachweisen, aber es können Vermutungen darüber angestellt werden.

Ein Faktor, der diese Veränderungen hervorrufen könnte, wäre wenn die Bauern der Umgebung in den Jahren in denen es Verschlechterungen bei den Messungen gab, hier 2012, mehr gedüngt hätten. So hätte es wieder dazu kommen können, dass die Pflanzen nicht den gesamten Dünger aufnehmen konnten und dieser wieder vom Regen abgeschwemmt und in den Simssee befördert worden wäre.

Eine andere These ist, dass die Temperaturen im Jahr 2012 höher waren als in den Jahren davor. Somit würde die Temperatur des Simssees, besonders wegen seiner geringen Tiefe, schnell steigen, was das Wachstum von Mykrophyten und Phytobenthos unterstützt. Zudem könnte der Wasserstand in den Jahren unterschiedlich gewesen sein, womit sich folglich die Temperatur auch geändert hätte. Denn bei geringem Wasserstand

wärmt sich das Wasser schneller auf, als wenn der See einen hohen Wasserstand hat. Der Wasserstand wird aber vor allem vom Niederschlag beeinflusst, das heißt wenn es mehr regnet steigt der Wasserstand und wenn kaum Niederschlag fällt sinkt dieser wieder.

2.2 Verschmutzung durch Keime

2.2.1 Gewässerbelastung durch Keime

Ein weiterer Verschmutzungsfaktor, der erwähnt werden sollte, sind Keime. In Seen befinden sich nicht nur antibiotikaresistente Keime, sondern zum Teil auch multiresistente Erreger. Das war das Ergebnis einer Untersuchung des Bayerischen Landesamts für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL). Dieses Amt führt monatliche Routineuntersuchungen durch und untersuchten dabei zusätzlich verschiedene deutsche Badeseen auf diverse Keime. Darunter Staphylokokken, Darmbakterien und Pseudomonaden. Diese Bakterien gelangen in die Seen, wenn Abwässer in den See geleitet werden, oder wenn es bei starken Regengüssen dazu kommt, dass Dünger in den See geschwemmt wird. Somit gelangen diese Bakterien auch wegen der Landwirtschaft oder Erosionen in den See. In der Regel sind gesunde Menschen durch Keimbelastung in regelmäßig kontrollierten Badegewässern nicht gefährdet. Jedoch sollten Personen mit starker Abwehrschwäche oder größeren offenen Wunden beim Baden in Gewässern vorsichtig sein.

(12)

2.2.2 Folgen der Keimverschmutzung

Es gibt verschiedene Folgen, die bei keimverschmutzten Gewässern auftreten können, hier ein paar Beispiele:

Intestinale Enterokokken gehören zu den fäkalen Streptokokken. Jeder Mensch hat diese im Darm. Wenn aber diese in großen Mengen in Badeseen gefunden werden, ist das ein Hinweis auf fäkale Verunreinigung. Diese Enterokokken können bei Berührung mit Wundflächen ein Problem darstellen. Über die offenen Stelle gelangen Erreger in

den Körper und lösen dort Infektionen aus. Dies kann zu schweren Erkrankungen führen, welche antibiotisch bekämpft werden müssen.

Ein weiteres Beispiel sind E.-coli-Bakterien. Dies sind Darmkeime, die im Trinkwasser oder anderen Gewässern eine Hinweis für fäkale Verunreinigung sind. In Gewässern kann aber neben normalen Kolibakterien auch die Sonderform der EHEC- Keime auftreten. Diese produzieren Giftstoffe, die neben Durchfall auch zu Blutarmut, Gefäßschädigung mit Blutgerinnungsstörungen oder Nierenfunktionsstörungen führen können. (13)

2.3 Maßnahmen gegen die Verschmutzungsfaktoren

2.3.1 Ringkanalisation

Eine Ringkanalisation ist ein meist ringförmiges Kanalnetz, das um einen See gelegt wird, um zu verhindern, dass ungeklärte Abwässer in den See gelangen. Die Abwässer, die in den Ortschaften um den See entstehen werden in einer Kläranlage gesammelt und gereinigt und häufig unterhalb des Seeabflusses wieder eingeleitet. (14)

Wie schon bei der Geschichte des Simssees erwähnt, litt der Simssee 1969/70 unter der schlimmsten Verschmutzung in der Geschichte des Sees. Der See wurde zu dieser Zeit sogar als Klärbecken bezeichnet, da die Qualität des Sees inzwischen so schlecht war. Es wurden verschiedenen Lösungsvorschläge gebracht, wie z.B. eine Ortskanalisation mit drei Reinigungsstufen oder die Ringkanalisation. Um die Lösungsmöglichkeiten zu diskutieren trafen sich Mitglieder des Landratsamts Rosenheim, Bayer. Landesamt für Wasserversorgung und Gewässerschutz und weitere Experten, die sich intensiv mit diesem Problem auseinandersetzen. Nachdem die Ursache für das verstärkte Blaualgenwachstum und die zunehmende Eutrophierung des Simssees klar wurden, entschlossen sich die Experten für die Ringkanalisation. Bei dieser Lösung wurden die umliegenden Gemeinden an eine Ringkanalisation, die um den See verläuft, angeschlossen und so wurden die Abwässer nicht mehr in den See geführt, sondern in eine Kläranlage. Am 23. Oktober 1974 konnte nach vielen Gesprächen und Planungen der Bau beginnen. Der erste Kanal umschloss Schlossberg, Baierbach, Haidholzen und Westerndorf und kam so

auf eine Länge von 6.818.10 m und kostete 9.826.553 DM. 1979 wurde mit dem Bau eines Kanalhauptsammlers begonnen, der das aufwendigste Projekt dieses Ringkanals ausmachte. Dieser begann in Baierbach und führte am Nordufer des Sees an Inzenham, Krottenmühl und Bergham nach Bad Endorf vorbei und endete dort in der Gemeindekläranlage, wo sich heute aber der Bauhof befindet. Die Kosten für diesen 8.513 m langen Kanal betragen 21.057.690 DM. Insgesamt wurde der Bau in 11 Bauabschnitte eingeteilt, welche auf der Abbildung unten zu sehen sind. Mein Material stammt von 1993, weshalb ich nur die Werte bis zu diesem Jahr auflisten kann, und die Werte in den Folgejahren nur Vorausschau sind. Die Gesamtsumme des Baus der Kanäle bis 1993 betrug 72,8 Mio DM. Zudem kamen aber noch die Kosten für den Bau einer neuen Kläranlage in Bockau, die 16,7 Mio DM betragen. Diese Maßnahmen gegen die Verschmutzung des Simssees waren sehr kostspielig, retteten aber den See. (15)

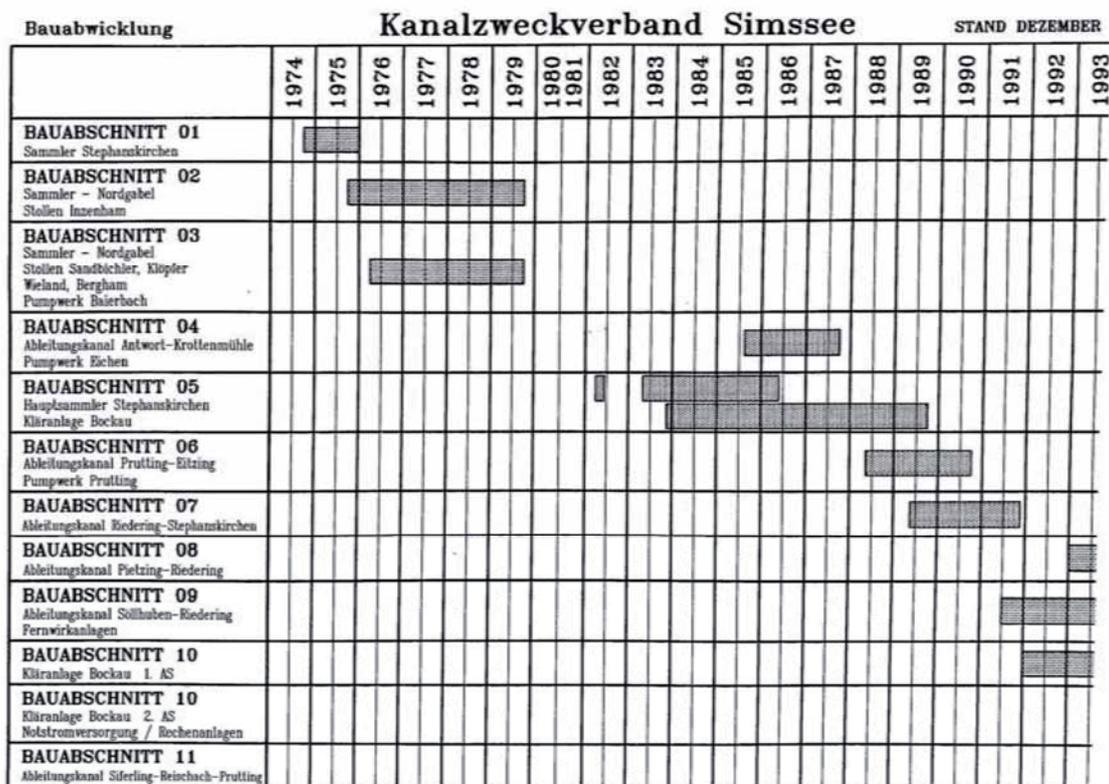


Abbildung 8: Bauabschnitte Ringkanalisation

In der folgenden Grafik kann man die positive Entwicklung nach dem Bau des Abwasser-ringkanals gut erkennen. Vor der Ringkanalisation, zeigt der Balken von 1969, dass fast 7000 kg Phosphor pro Jahr in den Simssee gelangten. Nach dem Bau der Ringkanalisation, im Jahr 1999, waren es nur noch ca. 3500 kg pro Jahr. So sieht man genau, dass die ganzen Abwässer den Simssee viel zu sehr belasteten. Daher war die Einführung der Ringkanalisation das, was den Simssee rettete.

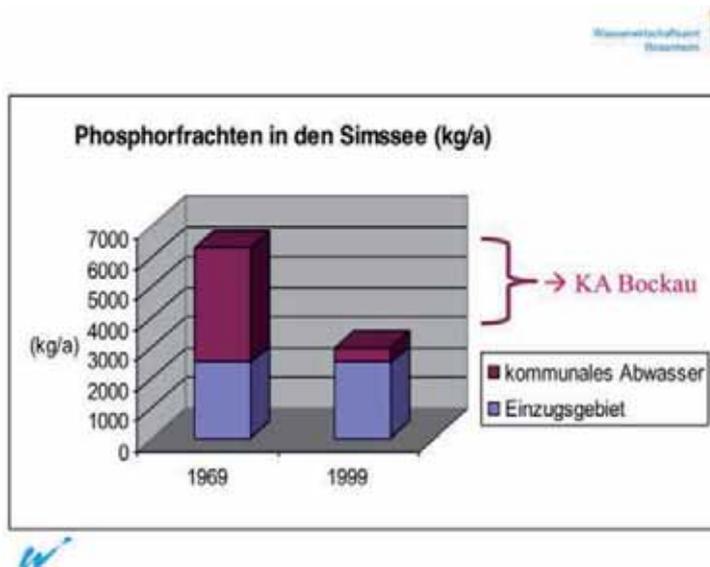


Abbildung 9: Diagramm zu Phosphorfrachten in den Simssee

2.3.2 Abwasserzweckverband

Am 26. Januar 1973 wurde der Zweckverband zur Abwasserbeseitigung in den Simsseegemeinden gegründet. Dieser Verband sorgt bis heute für den Simssee, versucht vor allem den Phosphoreintrag in den Simssee weiterhin zu verringern. Wie schon erwähnt ist das größte Problem der Dünger der den Nährstoffüberschuss im Simssee bewirkt. Um aber zu verhindern, dass weiterhin so viel Gülle in den Simssee geschwemmt wird, kümmert sich der Zweckverband um weitere Maßnahmen. Es werden zum Beispiel die Felder der Bauern auch zwischen den Hauptsaatens mit Gräsern bepflanzt. Somit wird der Boden das ganze Jahr von den Wurzeln der Pflanzen festgehalten, was verhindert, dass der Boden abrutscht und in den nächsten Bach gelangt, was wieder zu Folge hätte, dass Dünger in den Simssee fließt. Ein anderes Problem des Simssees ist, dass viele Äcker an Hängen liegen, aufgrund der Moränenlandschaft, in der der Simssee liegt. So kann der gedüngte Boden leichter abrutschen, aber um dem entgegen zu steuern sollen die

Bauern ihre Anbauweise ändern. Anstatt ihre Pflanzen am Hang senkrecht anzubauen sollen sie diese horizontal anbauen, so wird der Boden und die Gülle von den Pflanzen aufgehalten, bevor er den Hang runterrutschen kann. Da diese Maßnahmen mehr kosten, als der gewöhnliche Ackerbetrieb erhalten die Bauern Geld vom Zweckverband um diese Maßnahmen umsetzen zu können. Zudem bekommen die Bauern Beratung von Experten, wie sie ihren Ackerbau zu Gunsten des Simssees anpassen können. Leider konnten noch nicht alle Landwirte überzeugt werden. (16)



Abbildung 10: Beratung der Landwirte

Auch wenn so viele Gegenmaßnahmen ergriffen wurden, ist es dennoch schwierig den überschüssigen Phosphor vom See fernzuhalten. Denn die Phosphoreinträge der vergangenen Jahre lagerten sich im Sediment des Seegrundes ab. (17) Somit können sich Pflanzen und Tiere nur schwer erholen, weil der gespeicherte Phosphor wieder zurück in das Wasser gelangt und dort für eine seeinterne „Düngung“ sorgt. (18)

2.3.3 Badeverbot

Werden große Mengen an Keimen bei Untersuchungen der Seen gefunden, kann ein Badeverbot ausgesprochen werden. Am Simssee geschah dies im Sommer 1996 am Badeplatz Baierbach. Wegen der erhöhten Keimbelastung wurde für mehrere Tage ein Badeverbot ausgesprochen. Es wurden sofort Untersuchungen durchgeführt, um dieser Verschmutzung auf den Grund zu gehen, es konnte aber kein eindeutiger Ursprung gefunden werden. Viele Indizien sprachen jedoch dafür, dass das Füttern der Wasservögel, ein Wassergraben, der direkt durch das Strandbad führte und die in der Nähe gelegene

„Kriegersiedlung“, welche noch nicht an die Ringkanalisation angeschlossen war, die Ursachen dieses Problems waren. In den folgenden Monaten wurden Gegenmaßnahmen umgesetzt, um die Keimverschmutzung wieder zu verringern. Dazu wurde ein Fütterungsverbot für die Wasservögel ausgesprochen, worauf die Badegäste mit Hinweisschildern hingewiesen wurden. Somit wurde die fäkale Verschmutzung des Sees durch Wasservögel verringert. Die „Kriegersiedlung“ wurde sofort an die Ringkanalisation angeschlossen, sodass das Abwasser der Siedlung nicht mehr in den See geführt wurde. Zudem wurde der Simssee vom Landesamt für Wasserwirtschaft in sein Untersuchungsprogramm zur Bewertung der bakteriologischen Beeinflussung von Oberflächengewässern durch Wasservögel aufgenommen. (2)



Abbildung 11: Schild Fütterungsverbot

3. Untersuchungen

3.1 Ergebnisse von Untersuchungen des Simssees

Um die Qualität des Simssees im Blick zu behalten, werden regelmäßig Probenahmen des Sees durch das Wasserwirtschaftsamt Rosenheim durchgeführt. Bei diesen Seeprobenahmen wird z.B. der Phosphor-, Nitrat-, Stickstoffgehalt, sowie die Wassertemperatur und die Sichttiefe gemessen. Zudem wird der Gehalt des Phytoplanktons bestimmt. Die entnommenen Proben werden entweder vom Wasserwirtschaftsamt Rosenheim untersucht, oder an ein anderes Labor zur Untersuchung weitergeschickt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden dann in Tabellen oder Grafiken festgehalten.(24)

Messnetze - WRRL-Messstelle Seewasserkörper (Bewirtschaftungszeitraum 2016–2021)

Datenstand: 22.12.2015

Gewässer/Seewasserkörper	Messstellenanzahl	Bild
Simssee	11	

Beschreibung des Gewässers

Seewasserkörper - Kennzahl	1_S034
Seewasserkörper - Kennzahl Bewirtschaftungsplan 2009 zum Vergleich	INS11
Biozönotisch bedeutsamer Gewässertyp	Typ 3: Geschichteter Alpenvorlandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet
Einstufung gemäß §28 WHG (HMWB/AWB)	-
Regierungsbezirk	Oberbayern
Zuständiges Wasserwirtschaftsamt	Rosenheim

Abbildung 12: Messnetze

Bewertungsergebnis unterstützende chemische Komponenten - 2. Monitoringzeitraum

Untersuchte Parameter	Einheit	Zeitraum	Minimum	Maximum	Mittelwert
Ammonium-N	mg/l	2012	0,005	1,32	0,123
Chlorid	mg/l	2012	10	12	11,4
Gesamtstickstoff	mg/l	2012	0,3	2	0,671
Nitrat-N	mg/l	2012	0,05	0,6	0,263
Phosphat-P, o-	mg/l	2012	0,0025	0,049	0,00299
Phosphor-gesamt	mg/l	2012	0,0025	0,215	0,0235
pH-Wert (vor Ort)	-	2012	7	8,7	8,1
Sauerstoff; gelöst	mg/l	2012	0,49	16,4	7,85
Sichttiefe mit Sichtscheibe	cm	2012	140	490	266
Wassertemperatur (vor Ort)	°C	2012	4,4	23,6	12

Nutzungsbedingungen:
© Bayerisches Landesamt für Umwelt
Siehe auch die Nutzungsbedingungen des UmweltAtlas Bayern

Haftungsausschluss:
Das Kartenthema „Gewässerbewirtschaftung“ im UmweltAtlas Bayern wird vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) mit Sorgfalt erstellt und gepflegt. Dennoch kann das LfU für die Vollständigkeit, die Richtigkeit und die Aktualität der dargestellten Daten keine Gewähr übernehmen.

Abbildung 13: Bewertungsergebnisse

3.2 Probenahme und Vor-Ort Untersuchungen

Die Untersuchungen der Gewässer durch Probenentnahmen werden in verschiedene Abschnitte eingeteilt. Zuerst kommen die präanalytischen Schritte, die die Probengewinnung, die Probenlagerung, den Probentransport und die Probenvorbereitung umfasst. (25) Hier werden nun Hinweisuntersuchungen durchgeführt, die Vorinformationen über ein mögliches Vorkommen bestimmter Stoffe und grobe Abschätzungen deren Konzentration geben. Darunter fallen die Untersuchung von Geruch, Färbung, Sichttiefe, Trübung und Besonderheiten in der Umgebung, wie zum Beispiel der Luft.

Bei der Geruchsprobe wird eine Flasche zuerst gut ausgespült, die anschließend halb-voll gefüllt wird. Diese wird dann stark geschüttelt und das Verfahren wird nochmal wiederholt. (26)

Art des Geruchs	Hinweis auf
metallisch	z. B. eisenhaltiges Grundwasser
erdig	z. B. Blaualgen
fischig	z. B. Kieselalgen, aliphatische Amine
aromatisch	wasserblütenbildende Mikroorganismen
grasartig	wasserblütenbildende Mikroorganismen
modrig	stark verschmutztes Wasser
faulig	H ₂ S (Sulfatreduktion)
jauchig	sehr stark verschmutztes Wasser
nach bestimmten chemischen Stoffen	Chlor, Ammoniak, Teer, Phenole u. a.

Abbildung 14: Geruchsprobe

In der oben eingefügten Tabelle kann man herauslesen welche Gerüche auf welche vorkommenden Stoffe schließen lassen.

Die optische Eigenschaft des Wassers, auch als Färbung bezeichnet, wird durch verschiedenen Inhaltsstoffe des Wassers verändert. Die entnommenen Wasserproben werden nach ihrer visuellen Färbung beurteilt. Das hilft bei der Untersuchung der Schwebstoffe, da diese die Farbe des Seewassers beeinflussen. Wenn zu Beispiel das entnommene Wasser gelbbraun ist, kann das ein Hinweis auf Eisen sein.

Die Trübung des Wassers zeigt dessen Eigenschaft das eingestrahlte Licht zu steuern, bzw. beschreibt die verringerte Durchsichtigkeit des Wassers. Ursache sind feinverteilte, gelöste Partikel. Durch die visuelle Untersuchung kann man Sand-, Lehm-, und Tonteilchen oder auch Bakterien und andere Mikroorganismen erfassen. Wenn das entnommene Wasser nur wenig Strahlen durchlässt kann auf eine hohe Trübung geschlossen werden und je mehr Strahlung durch das Wasser kommt, desto geringer ist die Trübung und somit auch die Sichttiefe des Sees höher.

Es werden noch weitere Untersuchungen Vor-Ort durchgeführt, hier sind ein paar Beispiele. Die Temperatur des Wasser und der Luft, der pH-Wert die Leitfähigkeit sowie Sauerstoff und andere gelöste Gase werden sofort gemessen. Ebenfalls werden absetzbare Stoffe gleich gemessen, da sonst Fehler durch Ausflockung entstehen können. Dazu wird ein Imhoff-Trichter mit 1 Liter Wasserproben gefüllt. Nach einer bis zwei Stunden wird das abgesetzte Volumen bestimmt.

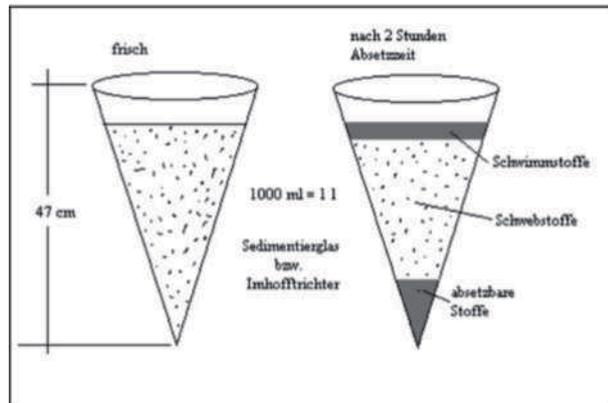


Abbildung 15: Bestimmung der absetzbaren Stoffe

Die Konservierung der Proben ist sehr wichtig, um eine Veränderung zwischen Probenahme und Analyse zu vermeiden oder zumindest zu vermindern. Ursachen einer Veränderung kann eine chemische Reaktion, das Einwirken von Mikroorganismen und auch Adsorption sein. Die Konservierung einer Probe muss an die vorhergesehene Untersuchung angepasst werden. Wenn bei einer Wasserprobe verschiedenen Faktoren untersucht werden sollen, müssen auch verschiedene Konservierungsmaßnahmen in unterschiedlichen Behältern durchgeführt werden. Diese Konservierungsmaßnahmen müssen genau dokumentiert werden.

Art der Konservierung/Konservierungsmittel	zu konservierender Parameter
Zugabe von Chloroform (l), Silber-, Quecksilberionen, Natriumazid und anderen Bioziden; Autoklavieren	Verhinderung Abbau, allgemein bei Untersuchungen von abbaubaren organischen Wasserinhaltsstoffen (besonders im Spurenbereich) bzw. DOC-Messungen, nicht bei BSB- und Toxizitätsmessungen
Zugabe von Mn^{2+} und NaOH	Fixieren von gelöstem Sauerstoff als höherwertige Manganoxidhydrate
Abgedunkelte Aufbewahrung bei 4 °C	Freies Chlor, organische Wasserinhaltsstoffe (kurzzeitiger Transport/Lagerung)
Einfrieren (-18 °C)	Organische Wasserinhaltsstoffe, instabile Anionen
Zugabe HNO_3 und Stabilisierungsmittel (Dichromat)	Quecksilber
Zugabe von Säuren (z. B. HCl, HNO_3) pH \leq 2	Schwermetallionen, NH_4^+ , Gesamtstickstoff
HNO_3	AOX, POX
2,2'-Bipyridin	Eisen(II)
Alkalisieren auf pH 11	Cyanide
NaOH	Phenole
Cadmium- oder Zinkacetat	Schwefelwasserstoff, Sulfid

Abbildung 16: Konservierung von Proben

Als nächstes kommen die entnommenen und konservierten Proben in das Labor, wo es mit den physikalisch-chemischen Analyseverfahren weiter geht. Hier werden anorganische und organische Wasserinhaltsstoffe getrennt und untersucht.

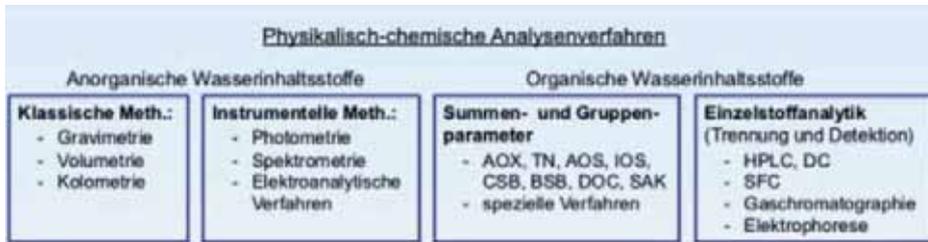


Abbildung 17: Analyseverfahren

Ein wichtiger Punkt ist noch, dass zwischen der Probenahme und der Analyse möglichst wenig Zeit liegt, so dass die Proben möglichst unverändert ins Labor kommen.

3.3 Verschiedenen Wasserprobennehmer

Es gibt verschiedene Wasserschöpfer, mit denen Proben aus Seen entnommen werden können, wobei sogar Wasser aus verschiedenen Tiefen entnommen werden kann.

In den ersten Abbildungen werden ein Schindler-Schöpfer und ein UWITEC- Wasserschöpfer im Einsatz gezeigt. Diese Schöpfer besitzen eine Deckelklappe, die beim Absenken des Schöpfers geöffnet bleibt. Sobald die erwünschte Seetiefe erreicht ist, wird der Schöpfer zügig nach oben gezogen, wodurch sich der Klappdeckel schließt und so nur das Wasser der gewünschten Seetiefe an die Seeoberfläche befördert wird. Ein anderer weit verbreiteter Schöpfer ist der Ruttner-Schöpfer, welcher dem UWITEC-Schöpfer sehr ähnlich sieht, jedoch einen anderen Schließmechanismus hat. Dieser wird durch ein Fallgewicht vom Boot aus ausgelöst, wenn die gewünschte Tiefe des Sees erreicht wurde. Seeproben, die mit Hilfe solcher Schöpfer aus einer bestimmten Seetiefe entnommen werden, bezeichnet man in der Seekunde (Limnologie) als „Schöpfprobe“.



Abbildung 20: UWITEC-Wasserschöpfer



Abbildung 18: Schindler-Schöpfer



Abbildung 19: Ruttner Schöpfer

Es gibt noch viele weitere unterschiedliche Schöpfer, mit denen Seeproben genommen werden können, viele auch mit einer anderen Technik, die oben erklärten Methoden sind nur ein paar Beispiele.

III. Ausblick auf die Zukunft

Der Simssee ist leider noch flächenhaften Einträgen, sogenannten „diffusen Belastungen“ ausgesetzt. Zu diesen zählen z.B. die Lagerung von nährstoffhaltigen Stoffen, wie Stallmist, in dafür ungeeigneten Gebieten. Diese werden zum Teil an Hängen, überschwemmungsgefährdeten Flächen oder nahe an Gewässern gelagert. Ein weiterer Faktor ist die zeitlich unangepasste und übermäßige Düngung, die im Falle eines starken Niederschlags das Wegschwemmen der Nährstoffe als Folge hat. So gelangen diese Stoffe über Gräben und Bäche in den See und steigern dort die Belastung erheblich. (2)

Um diese Probleme zu verhindern werden bei anderen Seen weitere Maßnahmen ergriffen, um den Nährstoffeintrag, vor allem bei Starkregen, zu verringern. Der Großteil des Niederschlags bei Starkregen läuft oberflächlich oder unterirdisch über Drainagen ab, somit wird die natürliche Filterwirkung des Bodens verhindert, was normalerweise zum Rückhalten der Nährstoffe führt. Eine der Maßnahmen dagegen ist das Anlegen von

Rückhaltemulden, welche die Wasserrückhaltung bei starken Niederschlägen verbessern. Es gibt aber auch Sickerbecken, die künstlich angelegt werden und dazu dienen Regenwasser zu speichern. Diese Becken haben keinen abgedichteten Boden, weshalb das gesammelte Regenwasser dort in den Untergrund sickern kann. Somit kann der Boden wieder Nährstoffe aus dem Wasser filtern. (19) Diese Maßnahmen bremsen den Abfluss ab, und die Aufenthaltszeit des Wassers wird erhöht. Somit werden Sedimente und gelöste Nährstoffe, vor allem Phosphor, durch Absetzvorgänge und Bindungen in Pflanzen und Fixierung im Boden vor dem Weitertransport in den See zurückgehalten. (20) Vielleicht können diese Maßnahmen in der Zukunft zum Teil beim Simssee eingesetzt werden.

Wenn all diese Maßnahmen weiterhin eingehalten und zum Teil an Seen noch verstärkt eingesetzt werden, können wir, sowie die Tiere und Pflanzen, die in den Gewässern leben, unsere sauberen Seen weiterhin genießen.

4.1 Quellenverzeichnis

- (1) <https://de.wikipedia.org/wiki/Würm-Kaltzeit>
- (2) Facharbeit 2010: Nährstoffbelastung im See: Ursachen, Auswirkungen und Gegenmaßnahmen – dargestellt am Beispiel Simssee im Laufe der vergangenen 40 Jahre und des Jahreszyklus von Katharina Heiss
- (3) <http://www.biologie-schule.de/oligotroph-eutroph.php>
- (4) <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Algenblüte>
- (5) <https://de.wikipedia.org/wiki/Eutrophierung>
- (6) <https://de.wiktionary.org/wiki/anthropogen>
- (7) <https://www.algenfrei.com/algenwachstum-eutrophierung/>
- (8) https://www.ngzh.ch/archiv/1962_107/107_3/107_14.pdf
- (9) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/stickstoff>
- (10) <https://www.pflanzenforschung.de/de/themen/lexikon/chlorophyll-923>
- (11) Endbericht Vorläufiger GIS gestützter Pflege- und Entwicklungsplan (Einzugsgebiet Simssee) (ausgehändigt von Herrn Roch)
- (12) <https://www.merkur.de/bayern/bei-untersuchung-beliebter-badeseen-wurden-resistente-keime-gefunden-9852315.html>
- (13) https://rp-online.de/panorama/diese-keime-schwimmen-in-meeren-und-badeseen_iid-9477175#3
- (14) <https://de.wikipedia.org/wiki/Ringkanalisation>
- (15) Infomaterial des Abwasserzweckverbands Simssee (ausgehändigt von Jürgen Lohse, Gemeinde Stephanskirchen)
- (16) Interview mit Jürgen Lohse
- (17) <https://www.wissenschaft.de/umwelt-natur/europas-seen-haben-ein-phosphorproblem/>

- (18) „Boden:ständig Pelhamer See“, Eine Informationsreihe der Verwaltung für Ländliche Entwicklung, Wasserwirtschaft und Landwirtschaft (Teil 1) von Martina Wand, Dr. Thomas Bittl, Wasserwirtschaftsamt Rosenheim
- (19) <https://www.abwasser-verden.de/portal/seiten/standorte-rueckhaltebecken-sickerbecken-907000008-20680.html>
- (20) <http://www.endorfer.de/der-endorfer> (Ausgabe September 2019)
- (21) https://www.deutschlandfunk.de/indien-der-giftschaum-von-bangalore.799.de.html?dram:article_id=399851
- (22) <https://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article153057575/Wenn-Indiens-Seen-und-Fluesse-in-Flammen-aufgehen.html>
- (23) <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/zungenbeckensee/18649>
- (24) Gespräch mit Dr. Thomas Bittl, Wasserwirtschaftsamt Rosenheim am 25.09.19
- (25) <https://flexikon.doccheck.com/de/Präanalytik>
- (26) <https://tu-dresden.de/bu/umwelt/hydro/ifw/ressourcen/dateien/lehre/vorlesung-wasseranalytik/VL-Wasseranalytik-1-komplett-2017.pdf?lang=de>

4.2 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Simssee Baierbach
Quelle: eigene Aufnahme
- Abbildung 2: Infotafel Landschaftsschutzgebiet
Quelle: eigene Aufnahme
- Abbildung 3: Ringkanalisation um den Simssee
Quelle: Wasserwirtschaftsamt Rosenheim, Dr. Hadumar Roch
- Abbildung 4: Eutrophierter Teich
Quelle: www.algenfrei.com/algenwachstum-eutrophierung
- Abbildung 5: Karte mit Auswertung 2006
Quelle: Anhang Email von Dr. Hadumar Roch vom 11.05.2019
- Abbildung 6: Karte mit Auswertung 2009
Quelle: Anhang Email von Dr. Hadumar Roch vom 11.05.2019
- Abbildung 7: Karte mit Auswertung 2012
Quelle: Anhang Email von Dr. Hadumar Roch vom 11.05.2019
- Abbildung 8: Bauabschnitte Ringkanalisation
Quelle: KZV Simssee Information Stand Dezember 1993 (Broschüre)
- Abbildung 9: Diagramm zu Phosphorfrachten in den Simssee
Quelle: Präsentation „Nachweisgebiet Simssee-Wasserrahmenrichtlinie“
17.04.2018, Dr. Hadumar Roch
- Abbildung 10: Beratung der Landwirte
Quelle: Präsentation „Nachweisgebiet Simssee-Wasserrahmenrichtlinie“
17.04.2018, Dr. Hadumar Roch
- Abbildung 11: Schild Fütterungsverbot
Quelle: eigene Aufnahme
- Abbildung 12: Messnetze
Quelle: Auszug Umweltatlas, Gewässerbewirtschaftung
- Abbildung 13: Bewertungsergebnisse
Quelle: Auszug Umweltatlas, Gewässerbewirtschaftung
- Abbildung 14: Geruchsprobe
Quelle: tu-dresden.de/bu/umwelt/hydro/ifw/ressourcen/dateien/lehre/vorlesung/wasseranalytik/VL-Wasseranalytik-1-komplett-2017.pdf

Abbildung 15: Bestimmung der absetzbaren Stoffe

Quelle: www.paulguckelsberger.de/BachelorPraktika/AbsetzbareStoffe.V02.pdf

Abbildung 16: Konservierung von Proben

Quelle: www.paulguckelsberger.de/BachelorPraktika/AbsetzbareStoffe.V02.pdf

Abbildung 17: Analyseverfahren

Quelle: www.paulguckelsberger.de/BachelorPraktika/AbsetzbareStoffe.V02.pdf

Abbildung 18: UWITEC-Wasserschöpfer

Quelle: www.meinbezirk.at/spittal/c-lokales/spittaler-seen-mit-bestnoten_a1022028

Abbildung 19: Schindler-Schöpfer

Quelle: www.cilia-tenets.com/blog/2017/04/28/probenahme-schindler-patalas-schoepfer/

Abbildung 20: Ruttner-Schöpfer

Quelle: tu-dresden.de/bu/umwelt/hydro/ifw/ressourcen/dateien/lehre/vorlesung/wasseranalytik/VL-Wasseranalytik-1-komplett-2017.pdf



Ignaz-Günther-Gymnasium

Seminararbeit

Erklärung der eigenständigen Erstellung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.

Ort, Datum

Unterschrift der Verfasserin