© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Maßnahmen zur Seensanierung in Kärnten*)

H. SAMPL

Nicht zu unrecht wird Kärnten als das Land der Seen bezeichnet, besitzt es doch eine Vielzahl stehender Gewässer verschiedener Größe. Doch liegt der Reiz der Kärntner Seenwelt nicht so sehr in der Ausdehnung ihrer Seen, sondern in ihrer außerordentlichen Mannigfaltigkeit.

Die Vorzüge der Kärntner Seen liegen neben dieser reizvollen und abwechslungsreichen Landschaft in den besonderen Temperaturverhältnissen während des Sommers. Die hohe sommerliche Oberflächentemperatur der Kärntner Seen erklärt sich aus dem Zusammenwirken von morphologischen, klimatischen und hydrographischen Gegebenheiten. Die Lage des Kärntner Seengebietes in einem allseits von Gebirgszügen umrandeten Becken verhindert eine stärkere Luftbewegung über den Seen. Im übrigen ist aber auch die Sonneneinstrahlung relativ hoch. Ein dritter, nicht minder wichtiger Faktor ist die Tatsache, daß sämtliche Seen nur sehr schwach durchströmt werden, was vor allem dadurch zustande kommt, daß sie abseits größerer Flußsysteme gelegen, relativ kleine Einzugsgebiete haben. Aus diesen drei Gründen: geschützte Lage, geringe Luftbewegung und langsame Wassererneuerung, bildet sich im Sommer eine Wasserschichtung aus, die sich beispielsweise von den Seen der Nordalpen durch eine besondere thermische Stabilität auszeichnet. Bekanntlich wird der Wasserkörper eines Sees in drei Stockwerke unterteilt; in ein Epilimnion (sommerliche Warmwasserschicht an der Oberfläche), ein Metalimnion (thermische Sprungschicht) und ein Hypolimnion (kalte Tiefenschicht). Das Epilimnion der Kärntner Seen ist infolge des Dichteunterschiedes von den darunter liegenden Wassermassen deutlich abgesetzt. Dies hat zur Folge, daß während dieses Schichtungsbildes ein Austausch zwischen epilimnischem und hypolimnischem Wasser sehr

*) Dieser Beitrag bezieht sich auf den Stand Frühjahr 1973. Durch den raschen Baufortschritt und durch Kostenerhöhungen werden nach Erscheinen dieses Bandes einige Angaben bereits zum Teil überholt sein.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

erschwert wird. Als Folge dieser Tatsache muß die große Temperaturkonstanz der Kärntner Seen während des Sommers hervorgehoben werden, was u. a. dadurch zum Ausdruck kommt, daß sich beispielsweise nach Wetterstürzen das oberflächliche Wasser nur geringfügig abkühlt, was natürlich für den Sommerfremdenverkehr von großer Bedeutung ist. Als weiterer Vorteil dieser thermischen Stabilität ist vor allem die Verlangsamung des Nährstoffrücktransportes aus dem Meta- und Hypolimnion zu nennen. Die während des biologischen Geschehens aus dem Epilimnion in die tieferen Schichten abtransportierten Pflanzennährstoffe gelangen durch Strömungen und Turbulenz um so langsamer wieder in den produzierenden Oberflächenbereich, je geringer dieser Austausch zwischen Epi-, Meta- und Hypolimnion ist, also je größer der Dichteunterschied zwischen diesen Wasserkörpern ist. Seen mit etwas stärkerem Austausch, wie beispielsweise der Ossiacher- oder Millstätter See, sind daher wesentlich anfälliger als scharf geschichtete Seen wie der Wörthersee oder Klopeiner See, in denen ein Rücktransport von Nährstoffen aus der Tiefe erschwert ist.

Die geringe Durchflutung und die minimale Windeinwirkung auf die Seeoberflächen verursachen als ein weiteres Merkmal vieler Kärntner Seen den sogenannten meromiktischen Seetypus, der sich dadurch auszeichnet, daß die größeren Tiefen des Wasserkörpers von den jährlichen Zirkulationsströmungen nicht erfaßt werden und das Wasser in diesem Bereich dauernd stagniert. Dieser Seetypus wurde erstmals von FINDENEGG (1933) an den Kärntner Seen entdeckt.

Auf Grund der thermischen Vorzüge eignen sich die Kärntner Seen wie allgemein bekannt vortrefflich als Badeseen. An ihren Ufern und in ihren Nahbereichen hat sich ein Sommertourismus großen Ausmaßes entwickelt. Als Beispiel sei das Jahr 1970 angeführt: an allen Seen zusammen waren über 7 Mio. Übernachtungen in nahezu 100.000 Fremdbetten zu verzeichnen. Dazu kommen über 1,4 Mio. Übernachtungen auf Campingplätzen, wodurch sich eine Gesamtübernachtungszahl für den Sommer 1970 von über 8,7 Mio. ergibt (Tab. 1).

Diese Ballung an den Seen bringt naturgemäß eine Reihe von Problemen mit sich, wobei das größte das Abwasserproblem ist. Diese Wässer rufen die allgemein bekannten Erscheinungen der Seenverschmutzung mit sämtlichen damit zusammenhängenden Veränderungen in den Seen in chemisch-biologischer Hinsicht hervor.

Ehe jedoch auf diese Vorgänge in den einzelnen Seen näher eingegangen wird, muß der Begriff „Seeverschmutzung" etwas genauer definiert werden. Es ist seit jeher eine allgemein verbreitete Gewohnheit, alles

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tabelle 1
Fremdenverkehr 1970

	Über-nachtungen	Anzahl der Betten	Camping-über-nachtungen	Anteil an Über-nachtungen
Wörthersee	2,440.000	33.600	117.000	30 %
Ossiacher See	973.000	15.700	420.000	16 %
Millstätter See	1,440.000	18.100	275.000	20 %
Faaker See	887.000	12.600	207.000	12 %
Klopeiner See	589.000	7.600	113.000	8 %
Weißensee	304.000	4.000	71.000	4 %
Pressegger See	236.000	3.500	81.000	3,6%
Keutschacher See	132.000	2.900	136.000	3,1%
Kärntner Seen gesamt	7,001.000	98.000	1,420.000	

das, was man ohne große Mühe loswerden will, dem Wasser zu überantworten. Auf diese Weise gelangen auch die Abwässer aus den Siedlungsgebieten und der Fremdenbeherbergungsbetriebe auf direktem oder, heute viel verbreiteter, auf dem Weg über sogenannten „Hauskläranlagen" und Sickerschächte in den Boden und über das Grundwasser in die Seen oder deren Zubringer. Die direkte Einleitung von Abwässern mit sämtlichen Inhaltsstoffen wird als primäre Verschmutzung bezeichnet. Diese Wässer führen eine Reihe von Schadstoffen mit sich, von denen einerseits gesundheitsschädigende Organismen, wie Bakterien, Viren oder Parasiten u. ä., andererseits die in den Abwässern enthaltenen Düngestoffe an den Kärntner Seen die größte Rolle spielen. Eine Zufuhr von Giftstoffen mit industriellen Abwässern spielt in Kärnten eine untergeordnete Rolle, da Industrien in den Einzugsgebieten der Seen mit wenigen Ausnahmen fehlen.

Die primäre Verschmutzung ist auf jene Uferbereiche beschränkt, wo Abwässer einsickern oder über Zuflüsse in die Seen gelangen. Sie ist vor allem deshalb so unerwünscht, da es durch sie in den Uferbereichen zu hygienischen Mißständen kommt und gerade diese Ufer die bevorzugten Badebereiche sind. In uferfernen Seeteilen sind jedoch Fäkalkeime nicht mehr festzustellen, wie dies von KOHL (1969) nachgewiesen wurde.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Mit dem Abbau bzw. der Mineralisation der organischen Bestandteile der Abwässer hat die primäre Verschmutzung ihr Ende gefunden. Dadurch wurden jedoch Phosphor- und Stickstoffverbindungen freigesetzt, denen bekanntlich im limnischen Stoffhaushalt größte Bedeutung zukommt. Diese an und für sich harmlosen Stoffe, die beispielsweise in der Landwirtschaft zur Erhöhung des Ertrages eingesetzt werden, verteilen sich durch Zirkulationsströmungen im gesamten See und beschleunigen nun in der produzierenden (trophogenen) Oberflächenschicht das Wachstum der planktischen Algen. Diese Zunahme an Nährstoffen wird als Eutrophierung bezeichnet, sie ist von der Belastung mit Fäkalkeimen jedoch streng zu trennen. Die im Übermaß herangewachsenen Algen werden nun ihrerseits als Verschmutzung empfunden, man spricht dabei von einer sekundären Verschmutzung. Während jedoch, wie bereits erwähnt, die Primärverschmutzung eine lokal begrenzte Erscheinung ist, so beeinträchtigen die vielfältigen Auswirkungen der Eutrophierung zumeist den gesamten See.

Betrachtet man die Nährstoffanreicherung am Beispiel einiger Kärntner Seen so zeigen sich einige recht interessante Tatsachen. Es muß jedoch festgehalten werden, daß bei der Beurteilung eines Sees auch die individuellen Unterschiede zwischen den einzelnen Gewässern berücksichtigt werden müssen. Nicht nur die Belastung eines Sees mit Düngestoffen selbst, sondern auch seine Reaktion auf diese Zufuhr ist ausschlaggebend für seinen jeweiligen Zustand (FINDENEGG 1971). Es wurde schon eingangs auf den für viele Kärntner Seen charakteristischen meromiktischen Seetypus hingewiesen, bei dem die größeren Seetiefen nicht in die jährlichen Zirkulationsströmungen einbezogen werden. Nährstoffe, die in diesen Bereich (Monimolimnion) gelangen, sind dem Stoffkreislauf entzogen. Aber auch die verschiedenartig ausgeprägte Trennung zwischen Epi- und Hypolimnion, also der unterschiedliche Austausch zwischen diesen Wasserkörpern spielt eine entscheidende Rolle für den Rücktransport von Nährstoffen aus dem Hypo- und Metalimnion in den Oberflächenbereich. Das Epilimnion von Seen mit kräftigerem Austausch verarmt daher kaum an Nährstoffen im Laufe der Produktionsperiode bzw. bekommt die Nährstoffe stets von unten her nachgeliefert.

Letztlich dürfen bei der Beurteilung von Seen auch nicht die von Jahr zu Jahr unterschiedlichen meteorologischen Gegebenheiten außer acht gelassen werden, wie dies in der Folge noch gezeigt wird.

Am Beispiel der Phosphatgehalte der vier großen Kärntner Seen soll nun diese Nährstoffanreicherung näher aufgezeigt werden.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Der als sauberster Badesee bekannte Weißensee weist den geringsten Phosphatgehalt (zumeist 1 µg P . l^{-1}) auf, aus den im Spätsommer der Jahre 1969 und 1972 durchgeführten Untersuchungsserien läßt sich eine nur geringfügige Zunahme des epilimnischen Gehaltes erkennen. Das seichte Westbecken jedoch, an dem die Fremdenverkehrsorte liegen, hat zur gleichen Zeit einen etwas höheren Gehalt, was zur Folge hat, daß sich die Eutrophierung dieses Beckenteiles in einer starken Verkrautung mit Laichkraut und Tausendblatt äußert.

An zwei Kärntner Seen sind im Spätsommer 1972 auffällige Algenblüten aufgetreten, nämlich am Millstätter See eine solche von Oscillatoria und am Ossiacher See eine solche von Microcystis. An diesen beiden Seen waren auch recht auffällige Phosphatzunahmen in den letzten vier Jahren zu erkennen. Am Millstätter See hat der Phosphatgehalt im Epilimnion von 6 auf 9 Mikrogramm/l von 1969 auf 1972 zugenommen. Weiters hat auch eine sprunghafte Zunahme im Monimolimnion (unter 50 m) stattgefunden. Noch auffälliger ist die Nährstoffanreicherung am Ossiacher See, hier ist, gemessen jeweils im Spätsommer, seit 1969 der Phosphatgehalt nahezu um das Dreifache angestiegen. Da dieser See dem holomiktischen Seetypus angehört, ist es bisher noch kaum zu einer auffälligen Anhäufung in der Seetiefe gekommen; das Phosphat wird offenbar immer wieder auf den ganzen Wasserkörper verteilt, daher auch die starke Zunahme. Betrachtet man die Verteilungskurven des Wörthersees, so zeigt sich zwar ein Anstieg zwischen 1970 und 1971, im folgenden Jahr jedoch keine weitere Erhöhung des epilimnischen Phosphatgehaltes. Ob sich daraus aber schon ein Erfolg der dort schon begonnenen Sanierungsmaßnahmen ableiten läßt, bleibt dahingestellt und muß Gegenstand weiterer gründlicher Untersuchungen bleiben.

Mit der Erhöhung der Phosphatkonzentration im Epilimnion geht eine Zunahme des Algenplanktons parallel, wobei es neben einer quantitativen Zunahme auch zu einer qualitativen Veränderung im Artenspektrum der Planktonalgen kommt (FINDENEGG 1971).

Die aus der trophogenen, ausreichend mit Licht versorgten Oberflächenschicht abgesunkenen Algen sterben ab und sind während ihres Absinkens und am Grund selbst einem Verwesungsprozeß unterworfen, bei dem bekanntlich der Sauerstoff der tieferen Wasserschichten verbraucht wird. Je nach Menge der abgesunkenen Algen kann es bis zum völligen Sauerstoffschwund in der Tiefe kommen. Bei der Beurteilung eines Sees auf Grund seiner Sauerstoffschichtung muß jedoch darauf Rücksicht genommen werden, ob es sich um einen holomiktischen oder mero-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

miktischen See handelt. Während beim ersteren der hypolimnische Sauerstoffgehalt am Ende der Stagnationsperiode das Ergebnis einer einzigen Produktionsphase ist, so ist der Sauerstoffgehalt in den Tiefen meromiktischer Seen das Ergebnis einer vieljährigen Zulieferung fäulnisfähiger organischer Substanz (Plankton und primäre Verschmutzung) aus dem Epilimnion. Das Sauerstoffdefizit wird beim holomiktischen See wie beispielsweise dem Ossiacher See, während der jährlich wiederkehrenden winterlichen Vollzirkulation immer wieder aufgefüllt, was bei den Tiefenschichten meromiktischer Seen nicht der Fall ist. Das Monimolimnion dieser Seen ist daher durchwegs völlig sauerstofffrei, auch das des noch unbelasteten Weißensees. Lediglich durch Austauschvorgänge kann langsam Sauerstoff in die tieferen Schichten gelangen.

In den Abbildungen wird am Beispiel des Millstätter-, Ossiacher- und Wörthersees die Änderung der Sauerstoffverhältnisse aufgezeigt. Am austauschschwachen, scharf geschichteten Wörthersee (Abb. 1) wird die Sauerstoffversorgung des Meta- und Hypolimnions immer schlechter, hingegen sind die Schichtungsbilder des Ossiacher Sees (Abb. 2) und Millstätter Sees (Abb. 3) nicht mehr so leicht zu deuten, hier ließe sich auf Grund der Kurven häufig sogar eine Besserung ablesen, was jedoch keinesfalls gegeben ist, wie dies am Phosphatgehalt zu erkennen war. Hier darf nicht ein Parameter allein zur Beurteilung herangezogen werden, bei beiden Seen sank nicht die Produktion ab, es ist eher der Austausch durch Windeinwirkung größer geworden (FINDENEGG 1971).

An den Beispielen wurde aufgezeigt, welche verhängnisvolle Rolle die in den Einzugsgebieten der Seen anfallenden Abwässer spielen. Sie weisen aber auch schon den Weg, wie den Seen entsprechende Entlastung gebracht werden kann, nämlich das rigorose Fernhalten sämtlicher Schadstoffe, seien es nun Gifte, gesundheitsschädigende Keime oder düngende Substanzen. Als Möglichkeiten einer Sanierung bieten sich verschiedene Systeme an, von denen die Ringkanalisation das wirkungsvollste ist. Allerdings ist dieses System nicht überall anwendbar, vor allem dann, wenn die Einzugsgebiete eine gewisse Größe übersteigen oder räumliche, technische oder wirtschaftliche Gründe den Bau von Ringkanälen nicht gestatten.

Infolge der zumeist nur geringen Größe der Einzugsgebiete der Kärntner Seen wurden ursprüngliche Überlegungen, die Abwässer der Seegemeinden nach einer biologischen Reinigung und chemischen Fällung in die Seen zu leiten, alsbald fallen gelassen und, wie sich zeigt, vollkommen zurecht, denn trotz der 3. Reinigungsstufe bleibt eine gewisse Restbelastung an Nährstoffen, weiters ist eine vollkommene Entkeimung

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

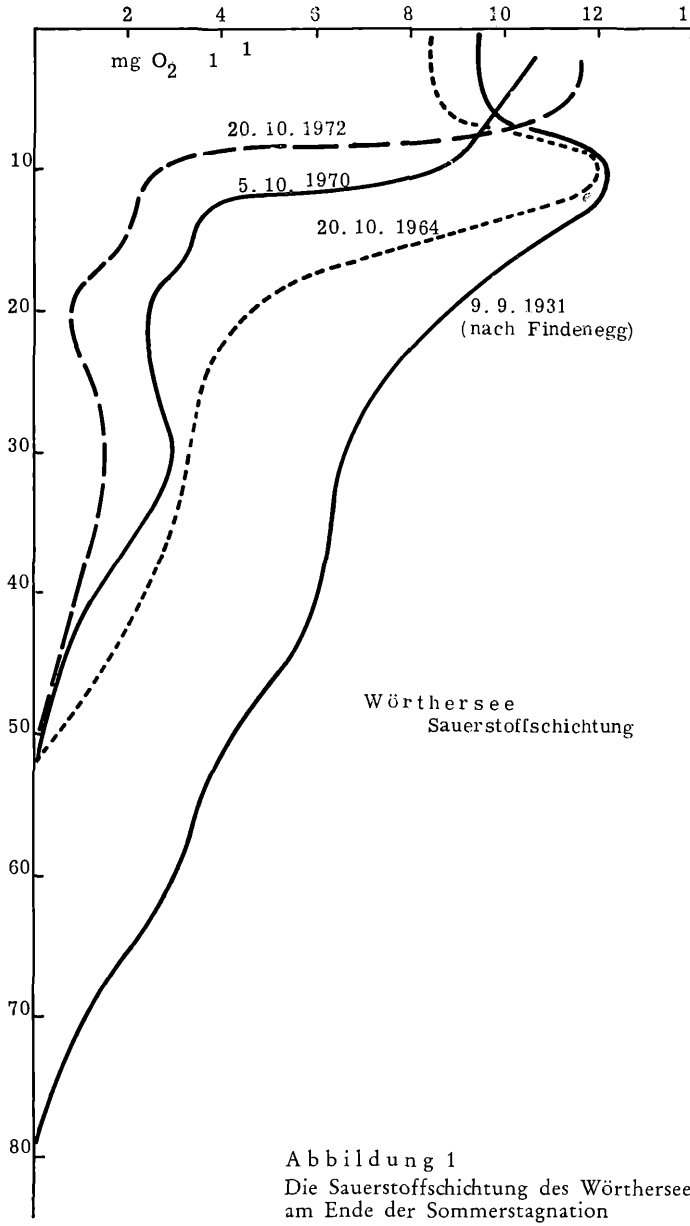

Abbildung 1
Die Sauerstoffschichtung des Wörthersees am Ende der Sommerstagnation

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

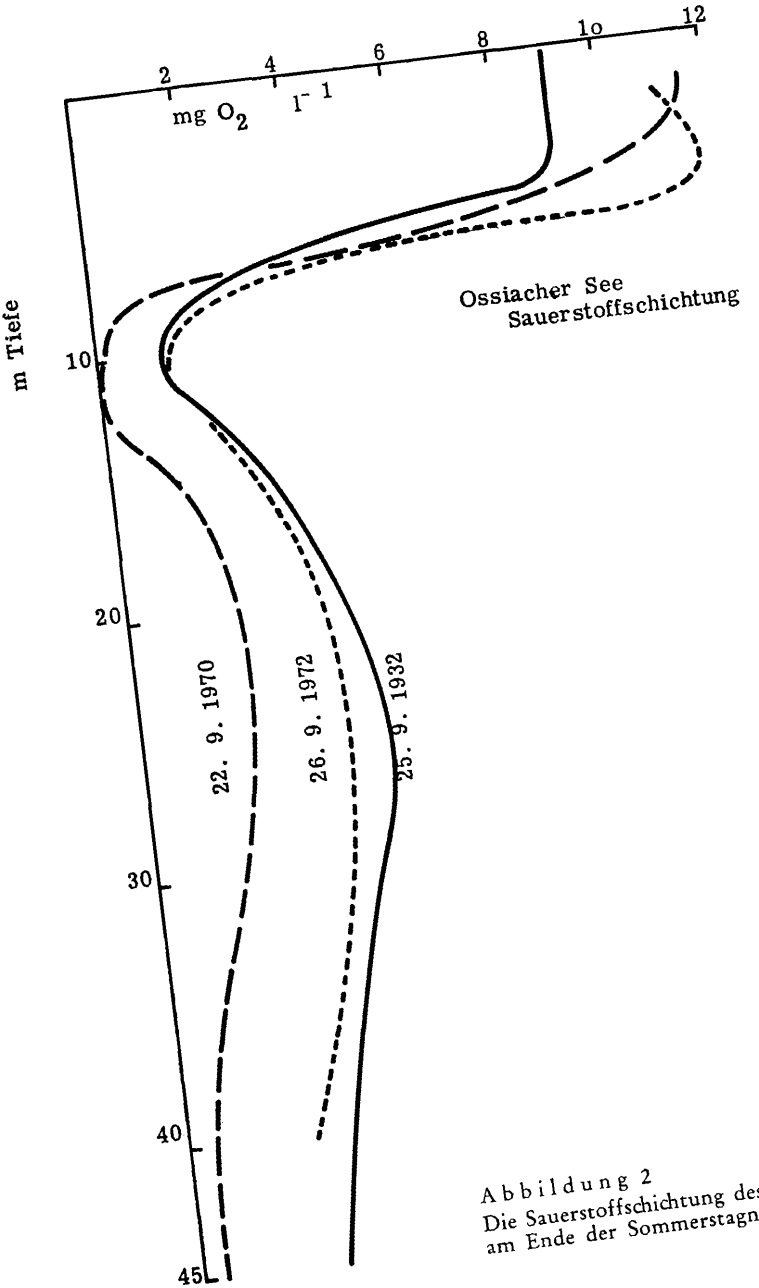

Abbildung 2
Die Sauerstoffschichtung des Ossiacher Sees am Ende der Sommerstagnation

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

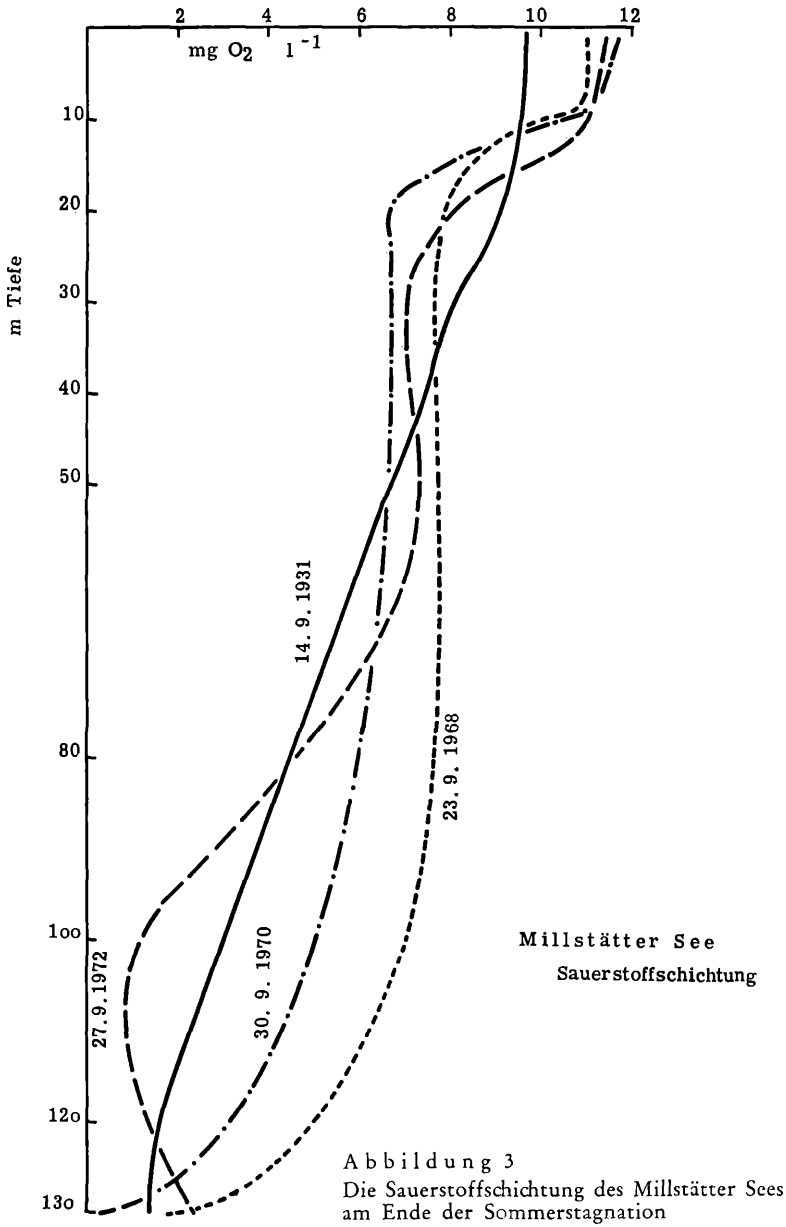

Abbildung 3
Die Sauerstoffschichtung des Millstätter Sees am Ende der Sommerstagnation

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

wohl kaum möglich, dies vor allem dann, wenn die Anlage nicht bestens gewartet wird. Die geringe Ausdehnung der Einzugsgebiete gestattete es daher, an sämtlichen Badeseen Ringkanalisationen in Angriff zu nehmen.

An allen für den Tourismus bedeutenden Seen wurden Kanalisationssysteme errichtet, die sich jedoch in verschiedenen Stadien ihres Baufortschrittes befinden. Um den ungefähren Stand des Ausbaues zu zeigen sei angeführt, daß neueste Kostenschätzungen ergeben haben, daß zur Fertigstellung aller Seekanalisationssysteme etwa 2 Milliarden Schilling nötig sein werden. Bis zum 15. März 1973 waren 571 Millionen Schilling, also ein Viertel, verbaut. Wenn gleich diese Zahl nicht besagt, daß bisher nur 1/4 der Belastung weggefallen ist, vielmehr sind Verschmutzungsschwerpunkte bereits zu einem Großteil erfaßt, so zeigt sie doch ungefähr den derzeitigen Zustand.

An folgenden Seen wurden bisher Anlagen errichtet, bzw. finden sich im Bau: Wörthersee, Ossiacher See, Millstätter See, Weißensee, Faaker See, Klopeiner See, Pressegger See, Turracher See. Am Turnersee, Keutschacher See, Hafnersee, Rauschelesee, Magdalenensee, Feldsee und in Hinkunft auch an einigen anderen sind Kanalisationssysteme geplant (nach THOMASER*) 1972 und unveröffentlicht, POSSEGGER 1971).

Am Wörthersee wurden zwei getrennte Kanalisationssysteme (Abb. 4) errichtet. Die Westbucht mit dem Schwerpunkt Velden wird durch das System des Wasserverbandes Wörthersee West erfaßt, die Abwässer in einem Pumpwerk gesammelt und zu einer Kläranlage gehoben, die sich auf den Höhenrücken zwischen Velden und dem Drautal befindet. Diese Kläranlage ist derzeit nur in ihrem mechanischen Teil ausgebaut, der biologische Teil ist Gegenstand einer Studie. Die geklärten Abwässer werden sodann der Drau zugeleitet. Die Veldener Bucht ist somit in ihrem Hauptteil, das ist der Ortskern Velden, weitestgehend fertiggestellt, das Ortsnetz von Velden wird jedoch in die Randgebiete immer weiter ausgedehnt. In Hinkunft wird auch die Ortschaft Augsdorf durch dieses System erfaßt werden. Dies wird voraussichtlich noch bis zum Jahre 1974 erfolgen.

Das zweite, wesentlich größere Kanalisationssystem umfaßt den übrigen Teil des Wörthersees und wird vom Wasserverband Wörthersee Ost errichtet. Diese Kanalisation weist bisher einen sehr unterschiedlichen

*) Herrn Hofrat Dipl.-Ing. Dr. F. THOMASER danke ich sehr herzlich für die Überlassung der unveröffentlichten Unterlagen, für die zahlreichen Hinweise sowie für die Durchsicht des Manuskriptes.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Ausbau auf. Im Endausbau sollen die Abwässer von Töschling am Nordufer über Pörtschach und Krumpendorf in die Ostbucht des Wörthersees und weiter bis zur Kläranlage der Stadt Klagenfurt geleitet werden. Vom Südufer werden die Ortschaften Maria Wörth, in Hinkunft auch von Dellach und Sekirn über Seeleitungen an den Hauptsammler am Nordufer angeschlossen werden. Der derzeitige Ausbauzustand umfaßt den Transportkanal von Pörtschach nach Krumpendorf, von hier führt der Hauptsammler als eine im See verlegte Druckleitung bis in die Ostbucht nahe dem Strandbad Klagenfurt. Hier wurde erstmals in Österreich eine an Ort und Stelle erzeugte endlose Plastikrohrleitung verlegt. Weiters wird die Ortschaft Maria Wörth und Reifnitz noch vor der Saison 1973 an das funktionstüchtige System angeschlossen. Die Ortsnetze von Krumpendorf befinden sich in Bau, das Ortsnetz von Maria Wörth wurde bereits seit einiger Zeit fertiggestellt. In diesem Ort war es vor Jahren notwendig, die Uferbereiche mittels eines Provisoriums, das heißt einer biologischen Kläranlage und Einleitung der geklärten Abwässer in die Tiefe des Wörthersees behelfsmäßig zu sanieren. Allerdings wird es erst 1974 möglich sein, einen Verschmutzungsschwerpunkt, nämlich die Ortschaft Pörtschach zu erfassen. Voraussichtlich werden sämtliche Ortsnetze rund um den Wörthersee bis 1975 in ihren Schwerpunkten fertiggestellt sein. Wie bereits erwähnt, wird ein See auch durch Stoffe belastet, die aus dem weiteren Einzugsgebiet stammen. Daher war es notwendig, auch das im Einzugsgebiet des Wörthersees gelegene Keutschacher See-Tal zu erfassen. Hier wird von Schiefling über den Hafnersee, — Keutschacher See, — Rauschelesee, der Transportsammler zur Ortschaft Viktring geleitet. Diese im Süden von Klagenfurt gelegene Ortschaft ist bereits an die Kläranlage Klagenfurt angeschlossen. Die Sanierung des Keutschacher Tales hat den Vorteil, einerseits die Kleinseen in diesem Tal zu erfassen, andererseits den Wörthersee zu entlasten. Im gesamten Gebiet des Wörthersees werden mit Ausnahme der erwähnten Seeleitungen sämtliche Transportsammler am Land verlegt.

Auch der Ossiacher See (Abb. 4) und sein Einzugsgebiet werden durch zwei Kanalisationssysteme saniert. Einerseits werden die Abwässer der Stadt Feldkirchen in einer biologischen Kläranlage gereinigt und dann aus dem Einzugsgebiet des Sees in das Flußsystem der Glan übergepumpt. Andererseits werden sämtliche Ortschaften um den See an eine Ringkanalisation angeschlossen, die als Seedruckleitungen in Form von Plastikrohren verlegt wurden. Der Hauptsammler im See ist zur Gänze fertiggestellt und erfaßt die Ortschaften Steindorf, Bodensdorf,

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Sattendorf und Ossiach; allerdings hinkt der Ausbau der Ortsnetze selbst noch nach. Bei der Entscheidung, ob für den Ossiacher See ein Landkanal oder die genannten Seedruckleitungen zweckmäßiger wären, war u. a. maßgebend, daß vor allem die Verschmutzungsschwerpunkte schnell zu erfassen waren (LENGYEL 1969), was im Hinblick auf die starke Eutrophierung des Ossiacher Sees dringend notwendig war. Als Nachteil erweist sich, daß nur eine Trennkanalisation in Betracht kommt, die nicht imstande ist, beispielsweise Straßenabwässer aufzunehmen. Der Transportsammler mündet derzeit in den Abfluß des Ossiacher Sees, wird aber schon 1974 der Kläranlage Villach zugeleitet werden. Das Kanalisationssystem um den Ossiacher See wird in Hinkunft noch wesentlich erweitert werden und zwar sollen die Fremdenverkehrsbetriebe auf der Gerlitze, aber auch die Ortschaft Treffen einbezogen werden. Die Sanierung der Gerlitze ist vor allem aber auch deswegen notwendig, weil nur auf diese Weise die sich in diesem Bereich befindlichen Quellgebiete wirkungsvoll geschützt werden können. Auch der im Nahbereich von Villach gelegene kleine Magdalenensee wird in absehbarer Zeit dem Wasserverband Ossiacher See angeschlossen werden. Zum Großteil wird die gesamte Anlage im Einzugsgebiet des Ossiacher Sees (See und Feldkirchen) bis 1974/75 im wesentlichen fertiggestellt sein.

Der Millstätter See wird durch ein Kanalisationssystem (Abb. 5) saniert, welches sämtliche Siedlungen am Nordufer und im weiteren Einzugsgebiet über Radenthein, Feld am See bis Bad Kleinkirchheim erfassen wird. Der als Landkanal gebaute Transportsammler ist derzeit bis zum Ostende des Sees funktionsfähig und erfaßt die Ortschaften Seeboden, Millstatt, Obermillstatt, Pesenthein, Dellach und die Uferzone von Döbriach. Er mündet derzeit provisorisch in die Lieser, wird jedoch nach Fertigstellung der Kläranlage Spittal der Drau zugeleitet. Die Kläranlage, welche für einen größeren Bereich ausgelegt werden soll, wird derzeit im Detail projektiert. Im Zuge des Ausbaues der Kanalisation Millstätter See wird auch der in diesem Einzugsgebiet gelegene Feldsee saniert werden.

Die Situation am Weißensee (Abb. 6), dem noch saubersten unserer Badeseen stellt sich folgendermaßen dar: Die Verschmutzungsschwerpunkte liegen aus geländebedingten Gegebenheiten am Westende des Sees. Hier ist der Transportsammler bereits zur Gänze fertiggestellt, die Ortsnetze sind im Bau, wobei die Ortskerne noch vor der heurigen Saison angeschlossen sein werden. Eine Erweiterung der Anlage zu kleineren Siedlungen am Südufer ist in Projektierung. Die derzeit noch ungeklärten Abwässer werden der Drau zugeführt, mit dem Bau der Kläranlage

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Ortsnetz in Funktion

Ortsnetz in Arbeit oder Projektierung

Ortsnetz in Vorprojektierung

Transportsammler in Funktion

Transportsammler in Arbeit oder Projektierung

Kläranlage in Funktion

Kläranlage in Arbeit oder Projektierung

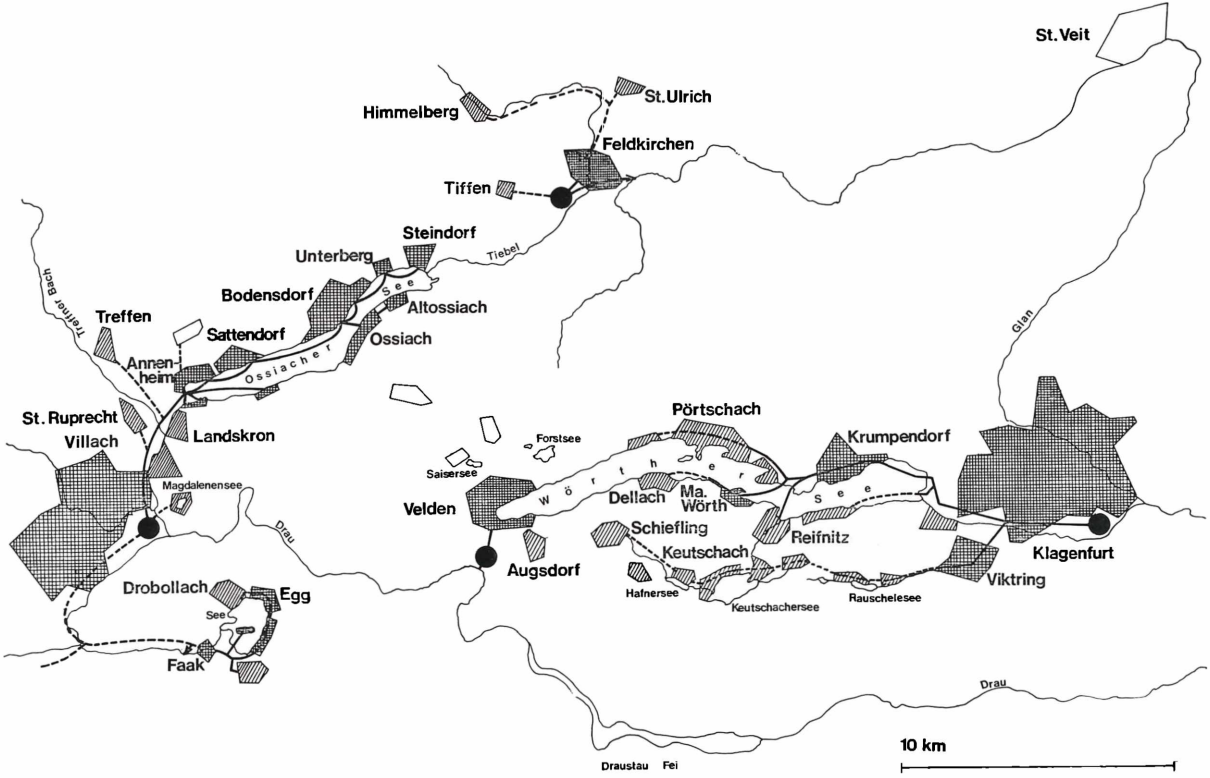

Abbildung 4
Die Kanalisationssysteme am Wörthersee, Ossiacher See und Faaker See

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

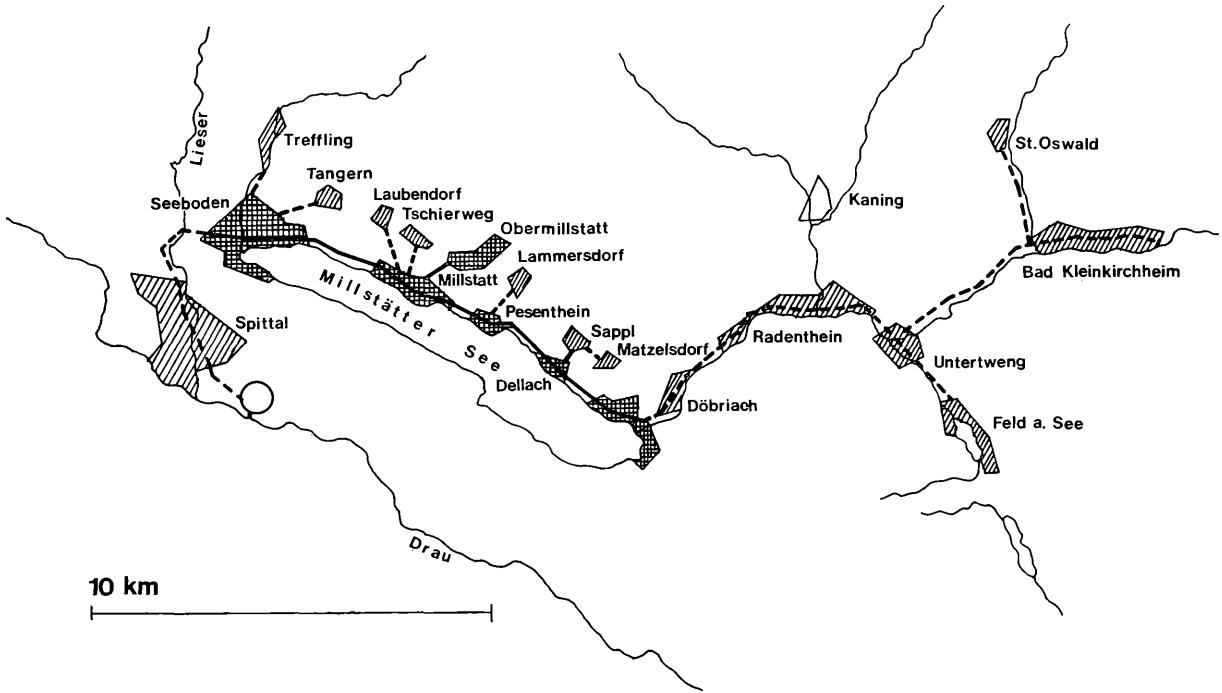

Abbildung 5
Das Kanalisationssystem am Millstätter See und dessen Einzugsgebiet

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

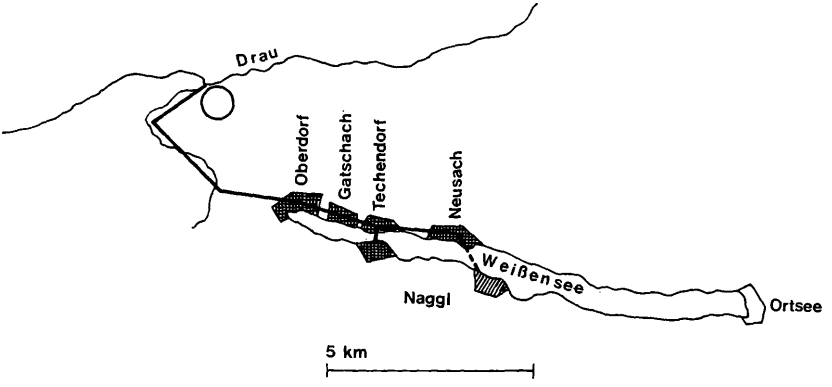

Abbildung 6
Die Kanalisation am Weißensee

wurde bereits begonnen. Im übrigen wird die gesamte Anlage am Weißensee bis 1975 im wesentlichen fertiggestellt sein.

Faaker See (Abb. 4): Auch hier ist der Transportsammler bereits in Funktion; er führt von Egg über die sogenannte „Sandbank", auf der große Campingplätze liegen, bis nach Faak, wo er provisorisch unterhalb der Ortschaft in den Seebach ausmündet. In Hinkunft soll er bis zur Gail führen, wo ursprünglich die Kläranlage geplant war. Neuere Überlegungen haben jedoch ergeben, daß es wesentlich zweckmäßiger ist, diesen Sammler bis zur Kläranlage Villach weiterzuführen, wodurch die Möglichkeit besteht, das gesamte Gebiet großräumig zu sanieren. Die Ortsnetze um den Faaker See befinden sich im Ausbau, die Faaker See-Insel ist bereits zur Gänze erfaßt. Noch vor der Saison 1973 wurden die Schwerpunkte im Bereich des West-, Süd- und Ostufers angeschlossen, bis 1975 ist mit einer Sanierung der restlichen Uferstrecken zu rechnen.

Die Kanalisation um den Klopeiner See (Abb. 7) erfaßt derzeit das gesamte Nord-, Ost- und Westufer sowie die Abwässer der Ortschaft St. Kanzian, von wo sie über die fertiggestellte Kläranlage in den Seeabfluß abgeleitet werden. Derzeit ist die Sanierung des Südufers im Gange, in Hinkunft soll das Kanalisationssystem auch den im Süden des Klopeiner Sees gelegenen Turner See erfassen, dessen Sanierung dringend notwendig ist.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

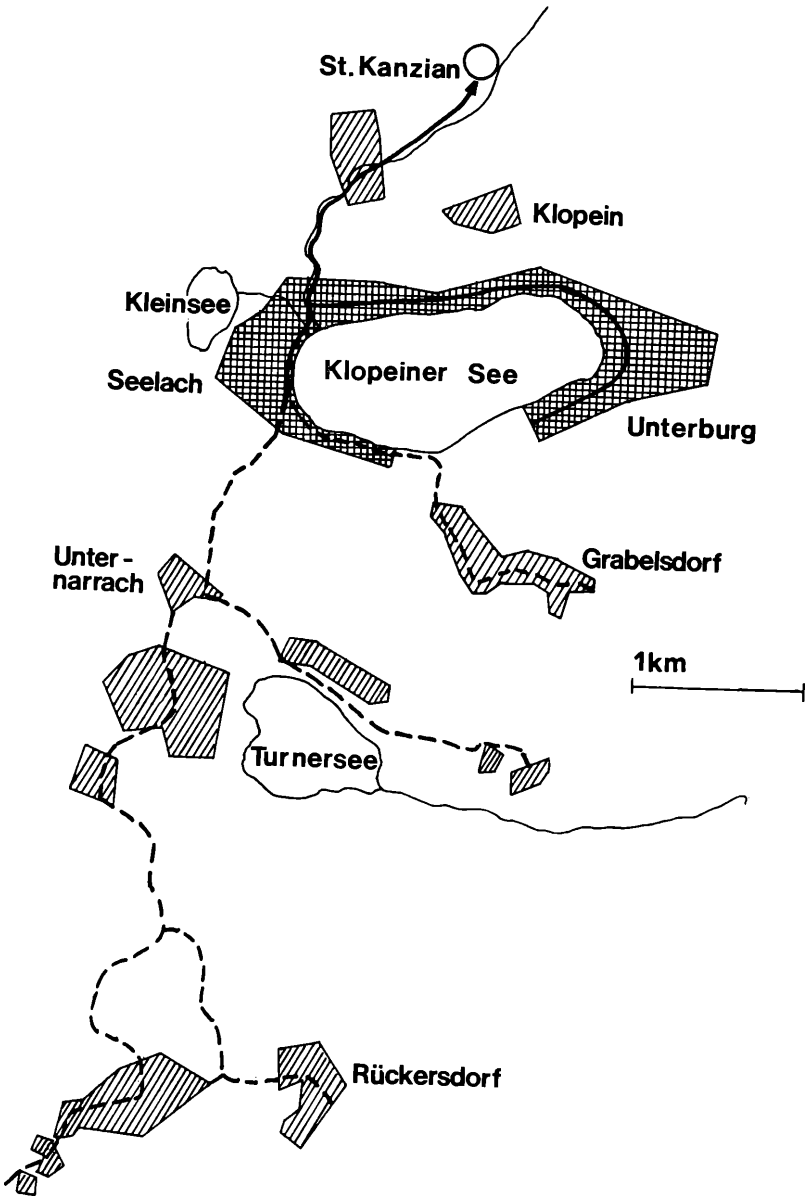

Abbildung 7
Die Kanalisation am Klopeiner See

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

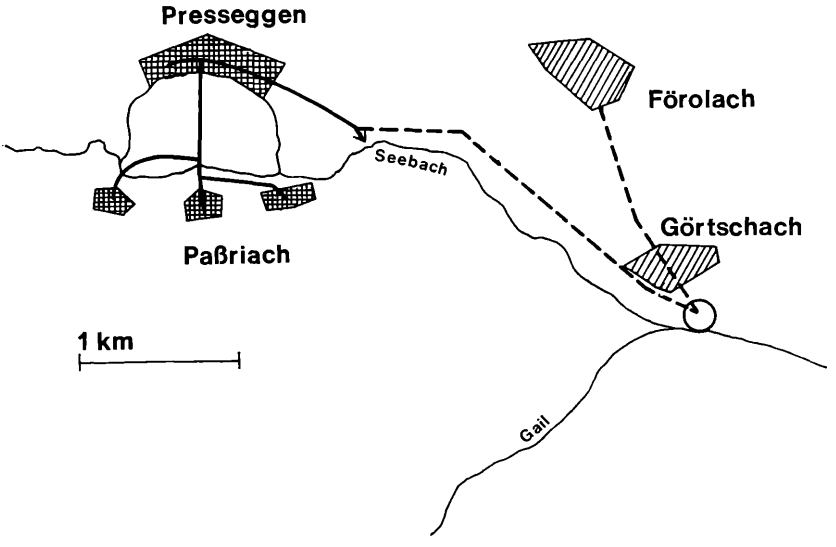

Abbildung 8
Die Kanalisation am Pressegger See

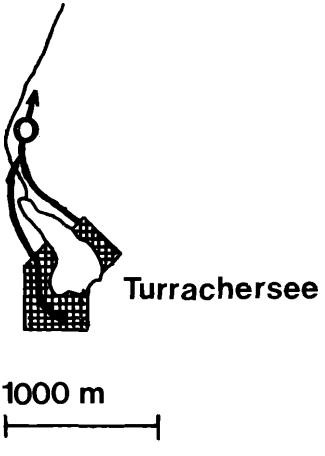

Abbildung 9
Die Kanalisation am Turracher See

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Der im Gailtal gelegene relativ kleine Pressegger See (Abb. 8) wird durch einen Transportsammler, der am Nordufer als Landkanal verlegt wurde sowie durch die Seeleitung vom Südufer saniert. Der Sammler mündet derzeit in den Seeabfluß, soll aber zu einem späteren Zeitpunkt einer am Gailufer projektierten Kläranlage zugeleitet werden, die für einen größeren Teil des mittleren Gailtales auszulegen sein wird. Die Ortsnetze von Presseggen und Paßriach befinden sich derzeit in Ausbau und werden bis 1974 fertiggestellt sein.

Der einzige, bereits zur Gänze sanierte See ist der an der steirisch-kärntnerischen Grenze gelegene Turracher See. Die Kanalisation (Abb. 9) wurde hier unter der Leitung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung ausgeführt. Die Kanalisation erfaßt sämtliche auf der Turracher Höhe gelegene Fremdenverkehrsobjekte.

Allgemein und abschließend zu den technischen Maßnahmen an allen Seen soll auf einige Schwierigkeiten hingewiesen werden, die den Baufortschritt ganz wesentlich hemmen: hier sind vor allem die baulichen Maßnahmen in eng verbauten Ortsgebieten mit allen Problemen zu nennen, wie die Sicherungsmaßnahmen des Gebäudebestandes, Querung von Kabel- und Wasserleitungen u. ä. Weiters muß besonders auf den

Tabelle 2
Zeitplan

	1. Studie	Baubeginn	Fertigstellung (über 75%)	Einwohnergleichwerte gesamt	Einwohnergleichwerte bis Herbst 1972 erfaßt
Wörthersee West (Velden)	1960	22. 6. 64	1974	14.000	6.000
Wörthersee Ost	1965	2. 12. 68	1975	56.000	19.000
Ossiacher See und Feldkirchen	1968	6. 7 70	1974	55.000	8.000
Millstätter See und Feldsee	1964	4. 11. 68	1974—76	56.000	5.000
Weißensee	1969	26. 8. 68	1974	4.000	0
Faaker See	1969	30. 9. 70	1975	16.000	1.000
Klopeiner See und Turnersee	—	18. 3. 69	1973	11.000	6.000
Pressegger See	1962	6. 10. 69	1975	6.000	2.000
Turracher See	—	1967	1972	—	—

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tabelle 3
Kosten der Sanierungsmaßnahmen

	Gesamtkosten nach dzt. Schätzungen Mio. S	finanziert einschließlich der vorgelegten Anträge	Baukosten bis Herbst 1972 Mio. S
Wörthersee West (Velden)	122	67	39
Wörthersee Ost	450	201	68
Ossiacher See und Feldkirchen	450	360	221
Millstätter See und Feldsee	561	218	81
Weißensee	60	40	20
Faaker See	250	155	38
Klopeiner See und Turnersee	53	43	24
Pressegger See	48	28	8
Turracher See	8	—	—

Fremdenverkehr während der Hauptsaison Rücksicht genommen werden, wobei Arbeiten in den Ortsgebieten nahezu ausgeschlossen sind.

Nach den Betrachtungen der mit beträchtlichen Kosten verbundenen, sehr umfangreichen Baumaßnahmen erhebt sich sofort die Frage, nach den bisherigen Auswirkungen auf die Qualität der Seen. Hiebei muß jedoch hervorgehoben werden, daß derzeit nahezu alle Anlagen im gesamten erst einen Ausbauzustand von weniger als der Hälfte erreicht haben. Schon aus diesem Grund kann bisher keine durchgreifende Besserung erkannt werden.

Bisher gibt es nur wenig Berichte über den Erfolg und die Auswirkung nach völliger Fertigstellung von Ringkanalisationen auf die Qualität der Seen. Es mag dies vor allem seinen Grund darin haben, daß sich die meisten Anlagen erst im Stadium des Baues befinden. Berichte von EDMONDSON (1970) über den Lake Washington, LIEPOLT (1967) über den Zeller See und HAMM (1971) über den Tegernsee und Schliersee zeigen die Erfolge derartiger Maßnahmen auf.

Wie bereits mehrfach erwähnt, befinden sich auch die Kanalisationsanlagen an den Kärntner Seen in einem Stadium raschen Baufortschrittes.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Allerdings ist erst ein Teil der Hausanschlüsse fertiggestellt. Trotz dieser Tatsache kann auch von den Kärntner Seen bereits positives berichtet werden. Hier ist jedoch auf eine klare Unterscheidung einer Belastung mit Fäkalkeimen (Hygiene) einerseits und Zufuhr von Düngestoffen (Eutrophierung) andererseits hinzuweisen. Am Beispiel eines Uferabschnittes des Wörthersees auf der Halbinsel Maria Wörth kann die wirkungsvolle und sehr rasch einsetzende Verbesserung (Gusinde) der hygienischen Verhältnisse des Badebereiches angeführt werden, so ist die Colizahl zwei Jahre nach Fertigstellung einer nur provisorischen Kläranlage auf nahezu Null abgesunken. Daneben läßt sich allerdings, wie vorhin gezeigt, noch keine wesentliche und nachhaltige Verbesserung des limnologischen Zustandes dieses Sees erkennen, wenn man von dem erwähnten, im letzten Jahr nicht mehr angestiegenen epilimnischen Phosphatgehalt absieht.

Abschließend sei jedoch ein Beispiel angeführt, daß doch zur Hoffnung Anlaß gibt. Am Turracher See, in den seit 1971 keine Abwässer eingeleitet werden (wenn man von mehreren Pannen in den Pumpstationen absieht, wodurch längere Zeit hindurch nach Fertigstellung Abwasser in den See geflossen ist) ist der epilimnische Phosphatgehalt nicht nur leicht im Abnehmen begriffen, auch der Sauerstoff ist 1972, wenn auch nur in Spuren, wieder bis in den größten Tiefen vorhanden, wo er im Spätsommer seit 1951 (STUNDL 1965) ab 25 m völlig fehlte. Inwieweit sich dieser Zustand weiter bessert, muß natürlich Gegenstand weiterer Untersuchung bleiben. Abschließend sei noch einmal hervorgehoben, daß die bakterielle Beeinträchtigung eines stehenden Gewässers unter Einsatz geeigneter Maßnahmen rasch zu sanieren, die Eutrophierung jedoch wesentlich schwieriger aufzuhalten ist, da es sich bei dieser um biologische Vorgänge handelt, die nur langsam in den Griff zu bekommen sind.

Neben diesen technischen Maßnahmen wird es aber auch notwendig sein, durch strengere Handhabung der Gesetze (Wasserrechtsgesetz, Bauordnung u. ä.) den diffusen Zustrom von Schadstoffen auf ein Mindestmaß zu senken, was dadurch geschehen kann, daß die Einzugsgebiete der Seen einen besonderen Schutz erfahren.

Literatur

EDMONDSON, W. T. (1970): Phosphorus, Nitrogen and Algae in Lake Washington after Diversion of Sewage. — Science 169 690—692.

FINDENEGG, I. (1933): Alpenseen ohne Vollzirkulation. — Int. Rev. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie 28 295—311.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

— (1971): Wie steht es um die Verschmutzung der Kärntner Seen? — Carinthia II. Sonderheft 28 421—439.

FINDENEGG und TURNOWSKY (1935): Limnologische Untersuchungen im Gebiet der Turracher Höhe. Carinthia II 125/45.

GUSINDE, R. E.: Bakteriologische Untersuchungen an den Kärntner Seen. — (in Vorbereitung).

HAMM, A. (1971): Limnologische Untersuchungen am Tegernsee und Schliersee nach der Abwasserfernhaltung (Stand 1970). — Wasser- und Abwasserforschung Nr. 5.

KOHL, W. (1969): Die bakterielle Belastung der Badeseen. — Wasser und Abwasser, Bd. 1969: 117—135.

LENGYEL, W. (1969): Entwässerungsanlagen an Seen. — Wasser und Abwasser, Band 1969: 197—210.

LIEPOLT, R. (1967): Die limnologischen Verhältnisse des Zeller Sees, seine Verunreinigung und Reinigung. — Föderation europäischer Gewässerschutz (FEG), Informationsblatt Nr. 14: 59—62.

POSSEGGER, S. (1971): Kärnten schützt seine Seen. — Österr. Wasserwirtschaft 23 81—93.

STUNDL, K. (1965): Das Seenschutzprojekt Turracher See, I. Die hydrochemischen Verhältnisse des Turracher Sees. — Österr. Wasserwirtschaft 17 135—137.

THOMASER, F. (1972): Ringkanalisationen, die Maßnahmen zur Reinhaltung der Badeseen. — Kärntner Naturschutzblätter 11 85—90.

— Diverse technische Berichte. — Unveröffentlicht.

Anschrift des Verfassers: Dr. Hans SAMPL, Landesmuseum für Kärnten, Museumgasse 2, A - 9010 Klagenfurt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1972-1973

Band/Volume: 1972-1973

Autor(en)/Author(s): Sampl Hans

Artikel/Article: Maßnahmen zur Seensanierung in Kärnten 141-162