Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 35 (1943)
Heft: 7-8

Artikel: Das Problem der Sanierung des Zürichsees
Autor: Kuhn, Heinrich
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921330

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

unsere hydrologischen Daten die folgende klare Auskunft:

a) Als wichtiger Faktor für die Abdichtung muss das dauernd *gleichbleibende, vom Flusse zum Grundwasser gerichtete Sickergefälle* genannt werden. Zu dieser Schlussfolgerung berechtigen besonders die Beobachtungen zur Zeit der Senkung des Stauspiegels im Jahre 1934.

b) Der Vorgang wird in weitgehendem Masse durch die *Ablagerung von feinem Material im Staubecken* begünstigt. Wir möchten aber in diesem Zusammenhange darauf hinweisen, dass sich die vollständige Kolmatierung des Flussbettes auch an Flüssen beobachten lässt, die sozusagen keinen Schlamm führen.

Mit der vorstehenden Schilderung des bis in alle Einzelheiten erkennbaren Abdichtungsvorganges im Staugebiet des Kraftwerkes Wettingen glauben wir, einen kleinen Beitrag zur Kenntnis der Hydrologie der Flussgebiete des Mittellandes und damit auch zur Ausnützung der zugehörigen Wasserkräfte geliefert zu haben.

Das Problem der Sanierung des Zürichsees

Von *Heinrich Kuhn,* Dipl.-Ing.

Im Dezember des vergangenen Jahres gingen zahlreiche Aufsätze unter dem Titel «Rettet den Zürichsee» durch die lokale Tagespresse der Seegemeinden. Die Veranlassung zu diesen aufsehenerregenden Artikeln gab die Schrift des zürcherischen Fischerei- und Jagdverwalters Ed. Ammann über «Die Verunreinigung des Zürichsees und die Fischereiwirtschaft». Der Verfasser machte dabei vom fischereiwirtschaftlichen Standpunkt auf die zunehmende Verschmutzung des Zürichsees aufmerksam. Es geht dabei nicht nur um die Erhaltung von 40 Berufsfischern und um den sinkenden Ertrag an Edelfischen, sondern auch um die Frage, ob die Zuleitung der ungereinigten Abwässer aus Haushalt und Gewerbe angesichts der Benützung des Sees zur Trinkwassergewinnung nicht zu einer gesundheitlichen Gefahr werden könnte.

Herr Ammann hat das Verdienst, dass sich die Anwohnerschaft des Zürichsees seit Erscheinen seiner Broschüre in vermehrtem Mass um den Zustand des Zürichsees interessiert. Die in der Broschüre niedergelegten Berichte der Berufsfischer ergeben, dass sich der Seezustand in den letzten drei Jahren verschlechtert hat. Um wieviel, ist dabei eine heikle Frage. Die limnologische Untersuchung des ganzen Sees ergibt kein so ungünstiges Bild wie die Betrachtung des Sees vom Fischerei-Standpunkt aus. Immerhin sind die Tatsachen zu registrieren, dass der Heglig und der Rötel im Zürichsee ausgestorben sind. Der Schwebfelchen kann nur durch die künstliche Erbrütung am Leben erhalten werden, denn die auf den Seegrund absinkenden Felcheneier kommen bei Seetiefen von 80 bis 130 Meter in ein Bett von faulem Schlamm zu liegen, wo sie zugrunde gehen. Ebenso lebensfeindlich ist für zahlreiche Fische die Verschmutzung der Uferpartien, wo die submerse Seehalde durch die Abwässer teilweise als mit einer schleimigen Schlammschicht überzogen erscheint.

Es ist selbstverständlich, dass diese Zustände einer Abhilfe bedürfen, und es ist auch ganz begreiflich, dass die Klagen über die Verschmutzung des Sees manchmal so temperamentvoll vorgetragen werden, dass dabei ein zu düsteres Bild vom Seezustand entworfen wird. Es ist deshalb zu begrüssen, dass Dr. Leo Minder, der langjährige Erforscher und beste Kenner des Zürichsees, anfangs des Jahres 1943 eine Schrift unter dem Titel «Der Zürichsee im Lichte der Seetypenlehre» herausgab, die eine einwandfrei wissenschaftliche Darstellung der See-Entwicklung und des Seezustandes bringt.

Um den Zürichsee in seiner gegenwärtigen Erscheinungsform zu verstehen, ist es nötig, die Seetypen und die Hauptphasen der See-Entwicklung kurz zu erläutern. Der Zürichsee ist ein langgestreckter, tiefer Voralpensee von etwa 40 km Gesamtlänge bei 3,8 km grösster Breite. Die Maximaltiefe beträgt 136 Meter, wobei die mittlere Seetiefe den beträchtlichen Wert von 54 Meter ergibt. Der Moränenwall bei Hurden teilt die Wasserfläche in den Obersee und den Untersee. Der Untersee hat nun in den letzten fünfzig Jahren folgende Entwicklung durchgemacht.

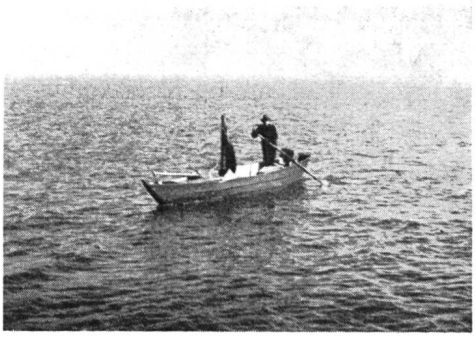

Abb. 1 Eglifang (Rehlig) auf dem Zürichsee bei Richterswil im Frühjahr

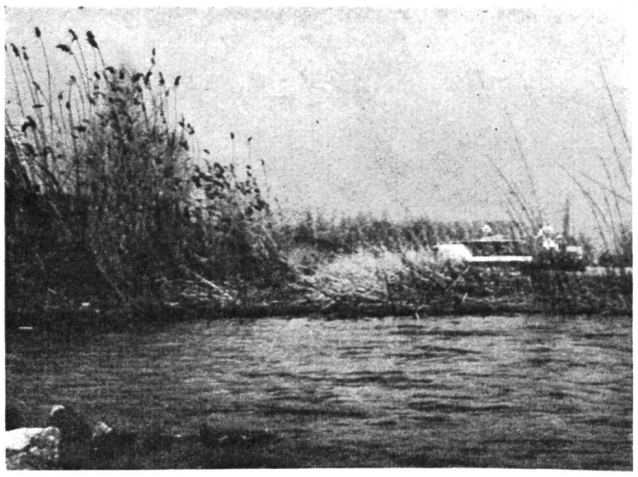

Abb. 2 Letzte Reste von natürlichen Ufern mit Schilf am Zürichsee bei Wädenswil.

Bis zu Anfang der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts war der Zürichsee ein tiefblauer Reinwassersee mit klarem Wasser; er wird daher nach der heutigen Seetypenbezeichnung als ehemals oligotropher See aufgeführt. Jeder Voralpensee ist im Zustand einer noch wenig vorgeschrittenen Alterung ein oligotropher See mit sauerstoffreichem Wasser, wobei namentlich auch die tiefen Wasserschichten (das Hypolimnion) sauerstoffreich sind. Durch die allmähliche Zuschüttung und Verlandung geht jedes stehende Gewässer als nur kurzlebiges geologisches Gebilde in den nährstoffreichen eutrophen Zustand mit schlechteren Sauerstoffverhältnissen über. Die Entwicklung des Zürichsees vom oligotrophen zum eutrophen Typus ist nur zum Teil eine natürliche, im wesentlichen eine kulturbedingte. Der Zürichsee hat infolge der Einleitung grosser Abwassermengen eine rasche Reifung durchgemacht und ist seiner natürlichen Entwicklung weit vorausgeeilt. Die Einzelzüge dieser rapiden Entwicklung können anhand der chemischen und biologischen Befunde dank fortgesetzter Beobachtung genau verfolgt werden. Die Anreicherung des Wassers mit Pflanzennährstoffen aus dem eingeleiteten Abwasser führte 1896 zur Massenproduktion der schwebenden Kleinkieselalge Tabellaria fenestrata, der sog. Fensteralge, und 1898 zum Massenauftreten der Blaualge Oscillatoria rubescens, der sog. Burgunderblutalge. Die ungeheure mengenmässige Entfaltung der schwebenden Kleinlebewelt im Zürichsee, dem Plankton, hat dann auf den Lebensraum zurückgewirkt. Im Sommer führen die planktischen Kleinpflanzen zur biogenen Entkalkung und zur Sauerstoffübersättigung der Oberflächenschicht (Epilimnion). Die im Sommer und Herbst absinkenden toten Organismen bilden am Seegrund eine Schicht von Faulschlamm und verzehren den Sauerstoff der tiefsten Wasserschichten. Mit dem explosionsartigen Auftreten der planktischen Algen und Kleintiere hat der Zürichsee in den Jahren 1896 bis 1898 in einem plötzlichen Schub den eutrophen Charakter erhalten.

Infolge der noch jugendlichen Gestalt des tiefen Seebeckens blieben aber bis heute oligotrophe Seemerkmale erhalten, wie die steilen Ufer mit wenig Grosswasserpflanzen, die winterlich hohen Sichttiefen und der beträchtliche Sauerstoffgehalt in den mittleren Seetiefen. Bei der Beurteilung jedes Gewässers spielt der Sauerstoff infolge seiner biologischen Wichtigkeit eine Hauptrolle. Die Entwicklung der Sauerstoffverhältnisse im Zürichsee erfolgt ab 1910 nach Minder diskontinuierlich. Die Herbst-Mittelwerte des Sauerstoffgehaltes im Hypolimnion in 20 bis 130 Meter Tiefe ergeben Zahlen von 2,1 bis 4,6 cm^3 Sauerstoff im Liter Seewasser. Die Zahlen beweisen, dass der Eutrophiegrad des Zürichsees in der Zeitspanne von 1930 bis 1941 zugenommen hat. Aber Dr. Minder kommt deswegen nicht zum Schluss, der Zürichsee sei bereits in so hohem Masse verschmutzt, dass eine Sanierung des Sees gefährdet erscheine oder in überstürztem Tempo durchgeführt werden müsse. Der Zürichsee hat allerdings stellenweise stark verschmutzte Uferpartien. Die oberste und die unterste Wasserschicht sowie der Seegrund ab 80 Meter Tiefe zeigen bestimmte Verschmutzungserscheinungen, die durch die Einleitung der Abwässer und die dadurch erfolgte Massenentwicklung von Plankton bedingt sind. Dabei ist der Seegrund in Tiefen von über 100 Meter mit Ausnahme von Bakterien organismenleer. Nach Minder ist aber ein weiteres Steigen dieser toten Zone infolge der winterlichen Belüftung durch Konvektionsströmungen nicht zu befürchten.

Nach den Forschungsresultaten von Dr. Minder ist also bei den gegebenen Verhältnissen die Wasserversorgung aus dem Zürichsee nicht in Frage gestellt. Es ergibt sich daraus, dass die Massnahmen zur Sanierung des Zürichsees nicht improvisiert, sondern mit Ansetzung normaler Baufristen ausgeführt werden sollten. Nach Ansicht des Verfassers sollte aber auch keine Verzögerung in der Ausführung der baureifen Projekte eintreten.

Für die Bestrebungen zur Reinigung und Reinhaltung des Zürichsees müssen folgende Erkenntnisse wegleitend sein: Die Verschmutzung des offenen Zürichsees erfolgt in der Hauptsache durch das Absterben der riesigen Planktonmengen, die sich infolge der Düngung des Sees mit Abwässern einstellen. Die starke Entfaltung des Pflanzenplanktons muss durch die Verunmöglichung der Zufuhr von Phosphaten und stickstoffhaltigen Verbindungen (also aller Pflanzennährstoffe) möglichst gehemmt werden. Es hat also keinen Wert, die organischen stickstoffhal-

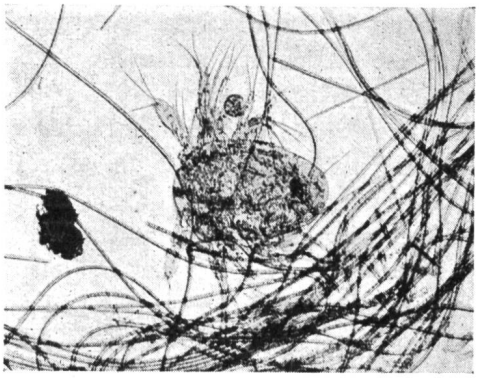

Abb. 3 Larve eines Kleinkrebses zwischen Fäden der Burgunderblutalge (Oscillatoria rubescens) aus dem Winterplankton des Zürichsees. 150fach vergrössert.

tigen Faulstoffe des Abwassers durch weitgetriebenen Abbau in mineralische Stoffe zu zerlegen und diese Stoffe dann in den See zu leiten. Diese Auffassung wurde neuerdings in der deutschen Zeitschrift «Gesundheitsingenieur» im Jahre 1941 vertreten. Nach Imhoff, Viehl und Mahr sind Nitrate im Abwasser von Reinigungsanlagen nicht erwünscht. Eine Reinigungsanlage für Abwasser arbeitet dann gut, wenn der Abfluss wenig Nitrate aufweist und einen geringen biochemischen Sauerstoffverbrauch hat. Jedes Verfahren, das weniger Nitrate in den Ablauf bringt, muss erwünscht sein. Wirklich herausgebracht werden die organischen Stoffe aus dem Abwasser entweder als Gase, Kohlensäure, Methan und Stickstoff, oder dann als Schlamm. Wenn Nitrate im Uebermass im Abflusse der Reinigungsanlage auftreten, so ist es ein Zeichen dafür, dass der Schlamm in der Anlage nicht rechtzeitig vom Abwasser getrennt wurde. Sind im Abfluss gelöste Mineralstoffe in grösserer Quantität enthalten, so besteht immer Gefahr, dass neue Mißstände auftreten, wie die Algenplage in den Havelseen und zwei Industriegebieten, die Mahr beschreibt. Der organisch gebundene Stickstoff gehört nicht als Nitrat in den Abfluss, sondern als wertvoller Bestandteil in den Schlammdünger.

Jede Abwasserreinigung muss von dem Gedanken des Kreislaufs des Wassers ausgehen. Wenn der Zürichsee für die Zwecke der Trinkwassergewinnung und zugleich als Vorfluter für Abwasserreinigungsanlagen dienen soll, so wird der zulässige Gehalt der Abwasserausflüsse an Nährstoffen aus dem Bedürfnis der Wassergewinnung bestimmt. Wir müssen damit rechnen, dass der Zürichsee in den nächsten Jahrzehnten in stark zunehmendem Masse zur Trinkwassergewinnung herangezogen wird. Zu den bestehenden fünf Seewasserwerken werden weitere hinzukommen. Für verschiedene Gemeinden besteht gar keine andere Möglichkeit, den steigenden Wasserbedarf zu decken. Zudem ist das filtrierte Zürichseewasser von guter gesundheitlicher Beschaffenheit, besitzt geringe Härte und bleibt das ganze Jahr kühl. Neben der Seewasserversorgung ist also die Abwasserreinigung nur ein Teilstück der ganzen Wasserwirtschaft.

Angesichts der grossen wirtschaftlichen und gesundheitlichen Werte, die der Zürichsee für eine halbe Million Menschen bedeutet, rechtfertigt es sich, für die Sanierung, das heisst Gesundmachung des Sees beträchtliche finanzielle Mittel aufzuwenden. Wir erinnern in diesem Zusammenhange daran, dass für Alpenstrassen grosse Summen ausgegeben werden, obwohl dieses Geld nur für relativ wenige Autofahrer einen Nutzen bedeutet. Es soll hier keine Polemik über den Wert oder Unwert dieser oder jener Reinigungstechnik entfacht werden. Die Beratungsstelle der ETH für Abwasserreinigung und Trinkwasserversorgung ist in der Lage, die Seegemeinden bei der Ausführung der Projekte zu beraten. Die genannte Stelle verfügt über umfangreiche eigene Erfahrungen. Wir schliessen uns der Auffassung von Direktor O. Lüscher vom Wasserwerk der Stadt Zürich an, der in seiner 1942 erschienenen Schrift über den Zustand des Zürichsees folgendes niedergelegt hat: «Der Entwicklungsstand der Technik ist heute derart, dass die Gemeinden ohne Bedenken an den Ausbau ihrer Anlagen herantreten können. Wir werden in den Zürichseegemeinden mit einer blossen mechanischen Klärung des Abwassers nicht auskommen. Die Nachschaltung von biologischen Reinigungsanlagen wird kaum zu umgehen sein.» Die baldige Anhandnahme der Bauprojekte wäre im Interesse der Sanierung sehr zu wünschen. Es kann damit verhindert werden, dass die Eutrophierung des Zürichsees weiterhin zunimmt. Eine Zurückführung des ganzen Sees in den oligotrophen Reinwasserzustand wird vorderhand nicht möglich sein.

Für das Zustandekommen der Sanierung sind die Zusammenarbeit aller Seekantone, die Verständigung unter den Gemeinden und die verständnisvolle Mitarbeit der Wissenschaftler und Techniker uner-

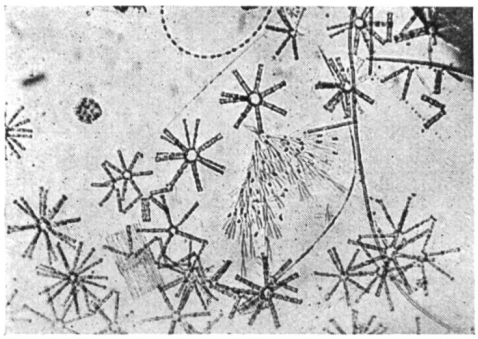

Abb. 4 Die 1896 erstmals im Zürichsee aufgetauchte Fensteralge (Tabellaria fenestrata) neben Geisselalgen im Sommerplankton des Zürichsees. 100fach vergrössert.

lässlich. Ueber die Hauptpunkte kann heute eine Einigung erzielt werden. Die Reinigung der Industrieabwässer ist als Sofortmassnahme durchzuführen. Die Erstellung von weiteren Hauskläranlagen wird von allen Fachleuten abgelehnt. Da diese Hauskläranlagen meist nicht unterhalten werden und gar keine richtige Reinigung bewirken, weil sie doch alle gelösten Stoffe dem See zuführen, so sollten sie aus dem Sofortprogramm gestrichen werden. Sehr wichtig ist die baldige Erstellung von mechanisch wirkenden Absetzbecken mit Rechen und Sandfang, weil dadurch der grösste Teil der festen Faulstoffe vom See ferngehalten wird. Allerdings ist das nur eine Klärung und keine vollständige Abwasserreinigung. Die weitere biologische Reinigung kann nach den heute bekannten Verfahren geruchlos durchgeführt werden, wobei eine Kunstdüngung des Sees durch gelöste Mineralstoffe weitgehend vermieden wird. Der Grad der Abwasserreinigung ist nicht weiter zu treiben, als die Selbstreinigungskraft des Sees dies erfordert. Die Selbstreinigung führt durch die natürlichen Lebensvorgänge im See zur Reinheit des Wassers.

Im Zürichsee liegen nicht nur hohe Sachwerte, sondern auch persönliche Werte, die uns allen bekannt sind. Aus dem privaten Leben jedes Zürchers ist der See nicht wegzudenken. Er dient dem Wassersport und der frohen Seefahrt. Wir wollen uns freuen, wenn es gelingt, den Zürichsee langsam in einen schöneren Naturzustand zurückzuführen. Die Uferverschmutzung muss aufhören, das Wasser soll wieder klar werden, und die Edelfische sollen im See wieder eine Lebensstätte finden. Die Verbauung der Ufer ist zu beschränken. Denn nur die natürlichen Ufer bieten den Fischen die rechte Kinderstube. Wenn es den Fischen im See wieder besser geht, ist das biologische Gleichgewicht wieder erreicht. Unsere Enkel werden uns dankbar sein, wenn der heutigen Generation die wenigstens teilweise Wiedergesundung des Zürichsees gelingt.

Elektrowirtschaft im Kanton Tessin

Die Frage der Ausnützung der Tessiner Wasserkräfte, insbesondere derjenigen des Bleniotales, hat den Tessiner Staatsrat veranlasst, zur Abklärung der ganzen Angelegenheit einem Expertenkollegium folgende Fragen zur Beantwortung zu unterbreiten:

1. Die erste Aufgabe der Experten ist die Anstellung eines Vergleiches, in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht, zwischen der bestehenden, ausschliesslich auf dem Konzessionssystem aufgebauten Ordnung über die Wasserkraftnutzung im Kanton Tessin und derjenigen in den anderen Kantonen, hauptsächlich in bezug auf:

a) die mögliche und effektive Sommer- und Winterproduktion,
b) die Absatzmöglichkeiten,
c) den mittleren Energieverkaufspreis,
d) die Brutto- und die Nettoeinnahmen,
e) die von den Kraftwerken dem Staat und den Gemeinden zu entrichtenden Abgaben und Steuern.

2. Wie gross ist die voraussichtliche Zunahme des Energieverbrauches, die für die Elektrowirtschaft des Kantons Tessin in Frage kommt?

a) im Kanton selbst,
b) auf dem schweizerischen Markt,
c) auf dem ausländischen Markt.

3. Welche von diesen Möglichkeiten bietet das grösste Interesse für die Weiterentwicklung der Elektrowirtschaft im Kanton Tessin, entweder durch Beibehaltung des gegenwärtigen Konzessionssystems oder durch gänzliche oder teilweise Uebernahme der Ausnützung der Wasserkräfte durch den Staat.

4. Besteht gegenwärtig ein Vorteil, ganz oder zum Teil auf das Konzessionssystem zu verzichten, unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen und industriellen Verhältnisse und Aussichten, besonders auch im Hinblick auf die baldige Rückkaufsmöglichkeit für einzelne Konzessionen?

5. Gesetzt den Fall, dass es für den Staat in Zukunft vorteilhafter wäre, das Konzessionssystem beizubehalten, welche Abänderungen sind durchführbar und ratsam?

6. Im Falle des Verzichtes auf das Konzessionssystem: welches ist das zweckmässigste Vorgehen, die Organisation der Ausnützung der Wasserkräfte an die Hand zu nehmen?

a) Unternehmung auf Grund interkantonaler Abkommen,
b) ausschliessliche staatliche Unternehmung,
c) staatliche Unternehmung mit Beteiligung der Gemeinden,
d) Bildung von Gemeindeunternehmungen als Genossenschaften mit oder ohne Staatsbeteiligung
e) oder einer andern zu bildenden Organisation.

7. Ist für die Schaffung der Produktionsmittel der neuen Unternehmung der Rückkauf der bestehenden Anlagen oder die Erstellung neuer Kraftwerke vorteilhafter?