

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 34 (1942)
Heft: 5-6

Artikel: Das Wasser als Lebensraum
Autor: Kuhn, Heinrich
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-921703>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.02.2025

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

ein einfaches Stauwehr in der Nähe der Tobelbrücke auf Kote 1125 m ü. M. gefasst. Anschliessend an das Einlaufbauwerk durchfliesst das Wasser eine Entsandanlage System Dufour und fliesst in einer Hangleitung von ca. 1860 m Länge zu einem Ausgleichbecken auf Vorderberg neben den bestehenden Reservoirs. Diese Hangleitung soll in unarmierten Schleuderbetonrohren von 40 cm \varnothing erstellt und unterirdisch verlegt werden. Sämtliche Nebenbäche des Tobelbaches, die längs der Hangleitung herunterfliessen, werden in einer der beiden alten Leitungen gefasst und ebenfalls zur Energieerzeugung ausgenutzt. Dieses Speicherbecken auf Kote 1076 m wird an einer geeigneten Stelle zur Hälfte aus dem Boden ausgegraben und zur andern Hälfte durch talseitig errichtete massive Mauern ermöglicht. Es fasst 10 000 m³ und gestattet auch in den trockensten Perioden einen vollständigen Wochenausgleich. Es ist mit den für die Sicherheit der untenliegenden Grundstücke notwendigen Entlastungs- und Ueberfalleinrichtungen versehen. Von hier führt sozusagen in gerader Linie eine Druckleitung von 400 bis 350 mm Durchmesser und 1700 m Länge zum bestehenden obern Maschinenhaus. Diese Druckleitung wird in Schleudergussrohren System von Roll erstellt und vollständig unterirdisch verlegt. Sie hat ein Bruttogefälle von 520 m.

Im obern Maschinenhaus werden die vier vorhandenen Maschineneinheiten derart unterteilt, dass zwei Maschinen nur mit Trinkwasser angetrieben werden und eine Maschine nur mit Gebrauchswasser. Zwei vollständig getrennte Unterwasserkanäle verhindern eine für die Gesundheitsverhältnisse der Gemeinde Buchs schädliche Vermischung der beiden Wassersysteme. Die vierte Maschine soll je nach Bedarf mit Trinkwasser oder Bachwasser angetrieben werden können, wobei selbstverständlich dafür Sorge getragen wird, dass im Falle des Betriebes mit Trinkwasser erst nach längerer Betriebszeit das Wasser in die Trinkwasserreservoirs eingeleitet wird. Normalerweise

soll aber die neue Druckleitung das Bachwasser direkt in die untere Zentrale in Altendorf hinunterleiten und so das volle Gefälle von 580 m zwischen Vorderberg und dem Dorf Buchs ausnützen. Deshalb ist die neue Druckleitung auch direkt an die bestehende Verbindungsleitung zwischen den beiden Maschinenhäusern mittelst eines Hosenrohres angeschlossen.

Der Ausbau dieses Werkes, der im Verlaufe dieses Frühjahres begonnen worden ist, wird gestatten, die neue Anlage auf den nächsten Herbst in Betrieb zu nehmen. Es wird möglich sein, hierdurch die Energieproduktion des Elektrizitätswerkes der Gemeinde Buchs von einem Maximum von 2,7 Mio Kilowattstunden auf 8,3 Mio Kilowattstunden zu erhöhen, d. h. eine Energievermehrung von 5,6 Mio Kilowattstunden zu erreichen. Die Baukosten werden auf 1,15 Millionen Franken berechnet. Rechnen wir für Verzinsung, Amortisation und Unterhalt 8 %, so ergibt sich ein Energiepreis von ca. 1,6 Rp/kWh.

Dieses Beispiel ist deshalb besonders interessant, weil es ermöglicht, ohne Installation einer neuen Maschine nur durch Verbesserung der hydraulischen Anlagen die Energieproduktion zu verdreifachen und die neue Energie zu einem wirtschaftlichen Preise zu erzeugen.

Schlussbemerkungen.

Dieser Aufsatz soll die Besitzer von kleinern Kraftwerken anregen, ihre Betriebsverhältnisse zu überprüfen und bei einem günstigen Ergebnis beizutragen, den Energiemarkt in der Schweiz zu entlasten. Der Ausbau von Kleinanlagen erfordert normalerweise nur wenig Rohmaterial, was im heutigen Zeitpunkt besonders wichtig ist, und lässt sich in kurzer Zeit, häufig in wenigen Monaten, durchführen. So ist für die Erweiterung des E. W. Buchs eine Bauzeit von ca. acht Monaten errechnet worden. Es sind aber in der letzten Zeit kleinere Wasserkraftanlagen mit Bauzeiten von 3 bis 4 Monaten erneuert worden.

Das Wasser als Lebensraum

von *Heinrich Kuhn*, Dipl.-Ing., Zürich.

Die luft- und wassererfüllten Räume der Erde sind überall Stätten des Lebens. Die Tiefe der Weltmeere, die Weite der Wüsten und selbst der Eismantel der Erdpole sind nicht tot, sondern nur arm an Lebewesen. Das Süsswasser aber ist erfüllt von zahlreichen Organismen, die allerdings zumeist sehr klein sind. Doch müssen wir uns vergegenwärtigen, dass nicht das Wasser an sich einen Lebensraum darstellt, son-

dern dass es unsere stehenden Gewässer und unsere grossen und kleinen fliessenden Gewässer sind, die in ihren mannigfaltigen Ausbildungsformen die hydri-schen Lebensstätten bilden. Alle Gewässer der Schweiz sind in unserem dichtbevölkerten Lande dem Einfluss der menschlichen Tätigkeit ausgesetzt. Damit die Gewässer durch den Eingriff des Menschen in die Natur nicht allzustark geschädigt werden,

muss das Wasser seine Funktion als Lebensraum erfüllen können. Zerstört der Mensch diese Ordnung im Naturgeschehen der hydrischen Lebensräume, so verfault nicht nur alles Lebendige der Gewässer, sondern der Mensch selbst wird davon durch Krankheit und Vernichtung bedroht. Denn die «Herrschaft» des Menschen über die Natur hat ihre engen Grenzen, und wenn er sich zu starke Eingriffe erlaubt, so hat er während Generationen an den Folgen seines Handelns zu leiden. Daher ist das allgemeine biologische Wissen vom Haushalt der Natur niemals zu vernachlässigen, sondern muss bei der technischen Arbeit des Ingenieurs und beim Aufbau unserer ganzen Kultur in Berücksichtigung gezogen werden.

Das Leben im Wasser stellt an die Organismen ganz andere Anforderungen als das Luftleben. Während die Lebewesen in der Luft sich vor Austrocknung zu schützen haben, müssen die Bewohner des Wassers die Konzentrationsverhältnisse der Zellflüssigkeiten vor Verdünnung bewahren. Das Wasser wirkt in zweierlei Weise auf das Leben, das sich in ihm entfaltet, ein: durch seine physikalischen Eigenschaften als raumerfüllendes schweres Medium, in dem alle Lebewesen leichter schweben als in der Luft, und durch seine chemischen Eigenschaften als Gemenge von Wasser, Sauerstoff, allerlei Gasen, gelösten und suspendierten Nährstoffen, die für die Atmung und den Aufbau von Organismen notwendig sind.

Das spezifische Gewicht des Wassers ist 775 mal grösser als das der Luft bei Null Grad und Meeresniveau. Das bedeutet für die Lebewesen im Wasser eine grosse Ersparnis an Energie beim Tragen der eigenen Körperlast und ermöglicht eine Reduktion aller Stützorgane. Das Volumgewicht des Wassers in unseren Bächen, Flüssen und Seen ist bedeutenden Schwankungen je nach Salzgehalt und Temperatur

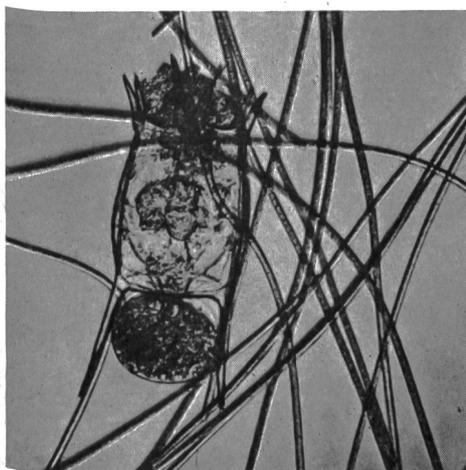


Abb. 1 Fäden der Burgunderblutalge aus dem Zürichsee. Dazwischen ein Rädertier (*Keratella quadrata*), das erst seit 1898 in grösseren Mengen im See auftritt. 200fach vergrössert. Das starke Auftreten der Burgunderblutalge *Oscillatoria rubescens* ist ein Zeichen der Seeverunreinigung. Phot. Kuhn



Abb. 2 Kleinkrebse (*Cyclops strenuus*) aus dem Zürichsee. Kleinkrebse bilden eine wichtige Fischnahrung. 50fach vergrössert. Phot. Kuhn

ausgesetzt. Das warme Oberflächenwasser der Seen zur Sommerszeit ist spezifisch leichter und daher weniger tragfähig als das dichte Wasser bei + 4 Grad Celsius. In den Gewässern sind aber die Lebewesen im Winter viel geringeren Temperaturschwankungen als in der Luft unterworfen, sofern das Gewässer nicht bis zum Grunde zufriert. Die zahlreichen Bergbäche unseres Landes sind ständig kalt und infolge ihres stürzenden Laufes mit Kaskaden und Wirbeln sehr sauerstoffreich. Von grösster Bedeutung ist auch das Lichtklima eines Gewässers. Bäche und Flüsse erhalten bis zur Sohle des Gewässers Belichtung. Für unsere grossen Seen trifft das aber bereits nicht mehr zu. Die Beleuchtungsverhältnisse und die Strahlungsverteilung in einem See hängen vom Gehalte des Wassers an Schwebestoffen und an schwebenden Kleinorganismen (Plankton) ab. Die Durchlässigkeit des Seewassers ist für Licht verhältnismässig gering, so dass schon in Tiefen von 30 bis 50 Meter die Lebensmöglichkeiten für Grünpflanzen aufhören.

Vollkommen reines Wasser kommt in der Natur nicht vor. Es sind stets Stoffe verschiedener Art darin gelöst, die teils aus dem Boden oder der Luft stammen, teils vom Menschen eingeleitet werden oder aus dem Stoffwechsel der Wasserorganismen herrühren. Auch das Regenwasser enthält, ausser einer im Lösungsgleichgewicht mit der umgebenden Luft stehenden Gasmenge, geringe Mengen lebenswichtiger Stoffe. Jedes Gewässer muss für die darin lebenden Pflanzen als Nährlösung dienen. Dabei ist zu beachten, dass die meisten Pflanzen ohne Wurzeln im Wasser schweben oder nur an Steine und Felsblöcke angeheftet sind. Es werden also überall dort, wo Pflanzen gedeihen, Nährstoffe dem umgebenden Wasser entzogen. Führen die Lebensvorgänge in Gewässerschichten mit guter Belichtung zu einem Verbrauch an ge-

lösten Nährstoffen, so tritt für die lichtarme Tiefenschicht unserer Seen gerade der umgekehrte Fall ein. Der Abbau der niedersinkenden Organismenreste durch die Bakterien erhöht den Gehalt des Tiefenwassers an Nährstoffen.

In produktionsbiologischer Hinsicht gliedern sich die Wassermassen unserer Seen stets in zwei grundverschiedene Räume, den oberen Raum des lichtbedingten Aufbaues (die Nährschicht) und den Raum des lichtarmen bakteriellen Abbaues (die Zehrschicht). Die durch die Lebensvorgänge in der Verteilung der Stoffe verursachten Unterschiede in der Wassermasse eines Sees bezeichnet man als biochemische Schichtung. Von besonderer Wichtigkeit ist die Tatsache, dass im Sommer unsere Seen eine warme Oberflächenschicht, das Epilimnion, ausbilden, die im wesentlichen mit der Nährschicht zusammenfällt. Wie im Meere die Chloride, so übertreffen im Süßwasser die Karbonate alle andern anorganischen Bestandteile des Wassers bei weitem an Menge.

In unseren Gewässern sind nun aber die lebenswichtigen Stoffe nicht etwa in der idealen Zusammensetzung enthalten, dass die einzelnen Elemente genau im Umfange des Bedarfes einer Nährlösung vorhanden wären. Es liegt auf der Hand, dass die Pflanze vom Ueberschuss eines Elements keinen Nutzen haben kann, wenn sie an andern Stoffen Mangel leidet. Wir werden die begrenzenden Faktoren der Entfaltung des Wasserpflanzenlebens daher beim Stickstoff und beim Phosphor suchen müssen, die in der geringsten Menge vorhanden sind. Man wird also den Minimumstoff daran erkennen, dass er im Wasser kaum mehr nachweisbar ist. Die Zufuhr der Minimumnährstoffe bestimmt daher das Ausmass der Vermehrung der pflanzlichen schwebenden Kleinlebewesen (Phytoplankton) eines Sees. Infolge der Einleitung der häuslichen Abwässer in unsere Seen

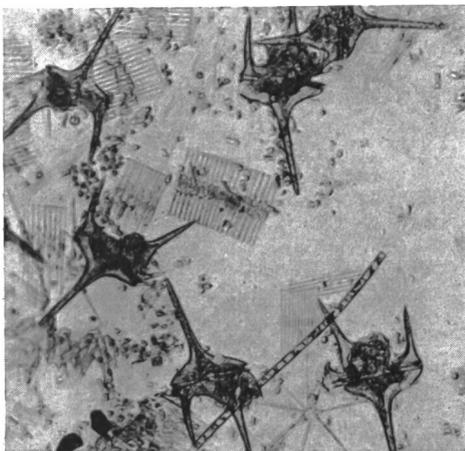


Abb. 3 Pflanzliches Plankton aus dem Bodensee mit der Schwalbenschwanzalge *Ceratium birundinella*, Kieselalge *Fragilaria crotonensis* und der Geißelbäumchenalge *Dinobryon sociale*. Phot. Kuhn

und Flüsse können diese sehr nährstoffreich werden, wodurch eine starke Vermehrung bestimmter Lebewesen eintritt, die bei ihrem Absterben zu sekundärer Verschmutzung Veranlassung geben, z. B. die Massenentwicklung von Blau-Algen wie *Oscillatoria rubescens*.

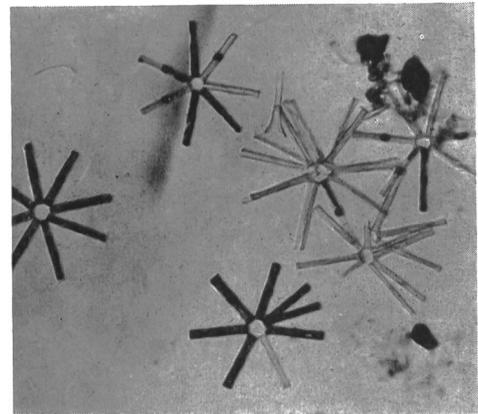


Abb. 4 Schwebende Kieselalgen aus dem Zürichsee. *Tabellaria fenestrata* in sommerlicher Massenentwicklung. 200fach vergrößert. Phot. Kuhn

In engem Zusammenhange mit dem Kohlensäureumsatz steht der Sauerstoffgehalt der Gewässer. Assimilierende Pflanzen geben Sauerstoff an das Wasser ab und verwenden Kohlensäure zum Aufbau organischer Substanz. Tiere verbrauchen bei der Atmung Sauerstoff und geben Kohlensäure ab. In der Nährschicht eines Gewässers bewirkt das Eindringen des Tageslichtes einen Verbrauch an Kohlensäure durch die grünen Pflanzen. In der Seetiefe wird dagegen Kohlensäure erzeugt und nicht verbraucht. Wichtig ist nun, dass in unseren Breiten durch die starke Abnahme der Lufttemperatur im Winter, im Herbst und im Frühling eine Vollzirkulation der ganzen Wassermasse eines Sees einsetzt. So kommt auch die Tiefenschicht zum Gasaustausch mit der Atmosphäre und die gesamte Seewassermenge kann mit den Gasen der Luft gesättigt werden. Da die Wassertemperatur zur Zeit der Vollzirkulation im Frühling und Spätherbst + 4 Grad beträgt, so ist der Sauerstoffgehalt des Wassers gleichmässig 13,1 mg je Liter. Mit dem Aufhören der Vollzirkulation, die man den «Atemzug des Sees» nennt, werden die Sauerstoffverhältnisse in der Seetiefe langsam wieder schlechter. Das Ausmass dieser Sauerstoffabnahme ist bei nährstoffreichen Seen grösser als bei Reinwasserseen. Denn bei den Oxydationsprozessen durch den Abbau der organischen Stoffe wird der Sauerstoff verbraucht. Man ist in vielen Fällen in der Lage, aus dem Gehalt an Sauerstoff in den verschiedenen Tiefenschichten eines Sees die biologische Produktion und damit den Gewässerzustand zu beurteilen. Ebenso ist der Gehalt an Sauerstoff für unsere fliessenden Gewässer von

grosser Bedeutung. Für alle Lebenstätigkeit im Wasser ist ein Gehalt an freiem Sauerstoffgas erste Bedingung. Wo der Sauerstoff zu mangeln beginnt, fängt die Krankheit eines Gewässers an. Es wird in dieser Zeitschrift von den Schäden, die unsere Gewässer betroffen haben, noch öfters die Rede sein. Wir wollen noch ganz kurz skizzieren, wie das Leben in einem gesunden Gewässer, einem Reinwassersee, sich abspielt. Der See ist nicht nur eine Wasserfläche in der Landschaft oder ein Wasserspeicher für ein Elektrizitätswerk. Zum Begriff des Sees gehört auch alles Lebendige, das ihn erfüllt oder auf der Oberfläche und an seinen Ufern an ihn gebunden ist wie Wasservogel und Raubtiere. Lebensraum (Biotop) und Lebewelt bilden eine Einheit und gehören untrennbar zusammen. Das Ganze eines Sees ist in drei Lebensbezirke gegliedert: Ufer (Litoral), Seegrund (Profundal) und freies Wasser (Pelagial). Am Ufer leben vor allem wurzelnde Grosspflanzen, die freie Wassermasse ist in ihrer lichtdurchfluteten Oberschicht von der ungeheuer zahlreichen Kleinlebewelt des Planktons erfüllt. Im ganzen See und am Seegrund leben Fische, Krebse, Muscheln, Mückenlarven und verschiedene Kleintiere. Jeder Lebensbezirk ist von speziell angepassten Einzellebewesen besiedelt, die aber nicht isoliert voneinander leben, sondern durch lebenswichtige Beziehungen fest aneinander gebunden sind, so dass sie eine Lebensgemeinschaft bilden mit einem ganz bestimmten Mengenverhältnis der Einzelglieder. Die drei grossen Gruppen von Lebewesen, die jeden geschlossenen Lebensraum besiedeln, regeln den Stoffkreislauf im See.

Die Grünpflanzen am Ufer und das riesige Heer der schwimmenden Kleinpflanzen des Planktons sind

die Erzeuger, die Produzenten des Organischen aus dem Anorganischen. Das nicht minder grosse Heer der Urtiere, Kleinkrebse, Fische und sonstiger Tiere amtet als Konsumenten dieser Nahrungsmenge. Und als dritte Gruppe arbeiten die Bakterien als Reduzenten im grossen Stoffkreislauf an der Zersetzung und Mineralisation aller toten und absterbenden organischen Substanz.

Innerhalb der Lebensgemeinschaft im Lebensraum des Wassers ist jedes einzelne Lebewesen auf die andern angewiesen. Die Lebensgemeinschaft (Biocönose) ist ein dynamisches System, das sich durch die in ihm liegenden Kräfte mittels Selbstregulation erhält. Das Gleichgewicht ist ein labiles Pendeln um einen Durchschnittszustand. Die Regulation dient nur der zeitlich begrenzten Erhaltung des Systems als Ganzem. Denn im Laufe langer Zeiten wird jeder Lebensraum durch geologische Kräfte und die Tätigkeit der Lebensgemeinschaft verändert. Seen verlanden durch Uferpflanzen und werden durch Gebirgsabtragung zugeschwemmt. Das Leben als Ganzes erobert sich neue Lebensräume. Die Natur ist eine Stufenfolge von Lebensräumen. Alle Biosysteme bilden in ihrer Gesamtheit den irdischen Lebensraum, der seinerseits als Glied des Sonnensystems durch kosmische Einflüsse gesteuert wird.

Für die Schweiz, den Lebensraum der Eidgenossen, bildet die Erhaltung gesunder hydrischer Lebensräume, mit einfachen Worten, die Reinhaltung unserer Gewässer durch Abwasserreinigung eine ganz unentbehrliche Voraussetzung dafür, dass das Schweizervolk in seiner Gesamtheit gesund und lebensfähig bleibe.

Neue technische Erfahrungen auf dem Gebiete der Abwasserreinigung

Vortrag von Dipl.-Ing. M. Wegenstein, Zürich, an der Abwasser- und Wasserbau-Tagung vom 28. Juni 1941 in Bern. (Fortsetzung und Schluss.)

Eine Abwasserreinigungsanlage mit getrennten Schlammfaulräumen arbeitet um so wirtschaftlicher, je kleiner der Wassergehalt des Frischschlammes ist, d. h. je weniger Wasser mit dem Schlamm aus den Absetzräumen in die Faulräume hinübergepumpt und dort nutzlos aufgeheizt werden muss. Lange Versuche mit dem Schlamm der Kläranlage der bekannten englischen Flugplatzstadt Croydon (Abb. 8) haben ergeben, dass im gewöhnlichen Absetzbecken der Wassergehalt des Schlammes sich innerhalb 12 Stunden durch die ruhige Lagerung von $96\frac{1}{4}$ auf 95 % reduziert, dass dieser Wassergehalt bei Eindickung des

Schlammes jedoch auf 91 % zurückgegangen ist. Diese Reduktion im Wassergehalt von 95 auf 91 % kommt aber einer gesamten Volumenreduktion an Schlammwassergemisch von nahezu 50 % gleich, so dass beim Einbau von Schlammendickern in die Absetzbecken bei der Dimensionierung der teuren Schlammräume ausserordentlich gespart werden kann.

Die biologische Reinigung

Die natürlichste biologische Reinigung ist unbedingt die Verrieselung oder Verregnung des Abwassers auf Aecker oder Wiesland, wobei von den im Abwasser