

Zeitschrift:	Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber:	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band:	68 (1976)
Heft:	8-9
Artikel:	Trinkwassergewinnung aus Seen : die Lage in der Schweiz heute und morgen
Autor:	Schalekamp, Marten
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-939299

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: 10.02.2026

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

b) Gletscherartige, langgezogene Kriechgebiete mit einer bogenförmigen, eher schmalen Stirn. Solche finden sich bei Zollikon, besonders schön aber auch beim südöstlichen Abschluss des Nordwest-Beckens. Dort sind Zerrspalten zu beobachten, Ströme können sich vereinigen oder werden durch aufsteigende Felsstrukturen wieder geteilt, vereinzelt finden sich auch Strukturen ähnlich einem Randschrund. Die Schichtung ist im oberen Teil des «Gletschers» meist besonders gut erhalten, gegen die Stirn dagegen häufig gestört und mit Schlamm durchsetzt. Erstaunlich ist wiederum, wie lang und flach (durchschnittliche Neigung $2\frac{1}{2}$ bis 5°) die Kriechgebiete sind. Das grösste beginnt westlich Richterswil und erreicht nahezu 3 km Länge!

Es bietet einige Rätsel, wieso Kriecherscheinungen derart weite Gebiete bei so schwachen Neigungen erfassen können, wobei die gletscherartigen Gebilde besondere Aufmerksamkeit verdienen.

IV. Ausblick

Die hier gegebenen Daten bedürfen zum Teil der Ueberprüfung, auch sind viele Fragen offen geblieben, zudem hält der Zürichsee sicher noch Ueberraschungen bereit. Immerhin zeichnen sich einige Gegebenheiten ab:

Der Felsuntergrund scheint in der Talung zwischen dem Walensee und Baden in verschiedene Schwellen und dazwischenliegende, übertiefe Becken gegliedert zu sein, was auf die überragende Rolle der Glazialerosion in diesem Gebiet hinweist. Eine fluviatile erste Anlage des Zürichsees ist anzunehmen, wobei aber die beiden Hauptbecken möglicherweise nicht dem gleichen Talsystem entsprechen. Beim senkrecht zum allgemeinen Streichen liegenden Nordwest-Becken könnte die erste Anlage Querbrüchen folgen, doch ist dies schwer zu beweisen.

Die bei Freienbach liegenden Gletscherfrontablagerungen, wie auch die gletschernahen Seeablagerungen nördlich Pfäffikon, bringen einen weiteren Beweis gegen die Toteistheorie von R. Staub (1938) siehe auch bei C. Schindler 1974).

Die jungen Sedimente des Nordwest-Beckens sind bis zur abschliessenden Schwelle sehr unruhig aufgebaut und durch Rutschungen, Kriechbewegungen und weit ausgrei-

fende Schuttkegel gekennzeichnet. Vom sedimentologischen und bodenmechanischen Aspekt her sind sie sehr interessant, bringen für die Pollenanalyse dagegen grosse Probleme. Sehr viel ruhiger und für solche Untersuchungen geeigneter scheint das Nordost-Becken zu sein.

Literatur

- Aeppeli A. (1894): Erosionsterrassen und Glazialschotter in ihrer Beziehung zur Entstehung des Zürichsees. Beitr. geologische Karte Schweiz 4.
- Dietlicher K. (1974): Die Wassergüte des Zürich- und Walensees — Versuch einer Darstellung. Wasserversorgung Zürich.
- Hinz K., Richter I. und Sieber N. (1970): Reflexionsseismische Untersuchungen im Zürichsee. Eclogae geol. Helv. 63/2.
- Hsu K. und Kelts K. (1970): Seismic Investigation of Lake Zurich, Part II, Geology. Eclogae geol. Helv. 63/2.
- Kelts K. (1969): Recent Sediments in Lake Zurich between Horgen and Meilen. Dipl. Arb. ETH Zürich, Manuscript.
- Lüdi W. (1957): Ein Pollendiagramm aus dem Untergrund des Zürichsees. Schweiz. Z. Hydrol. 19.
- Von Moos A. (1943): Zur Quartärgeologie von Hurden-Rapperswil (Zürichsee). Eclogae geol. Helv. 36/1.
- Moser R. (1894): Die sogenannten Rutschungen von Rapperswil. Schweiz. Bauz. 24.
- Nydegger P. (1957): Vergleichende limnologische Untersuchungen an 7 Schweizerseen. Beitr. geol. Schweiz, Hydrol. 9.
- Pavoni N. (1957): Geologie der Zürcher Molasse zwischen Albis-kamm und Pfannenstiel. Vjschr. Nat. Ges. Zürich 105/5.
- Rutsch R. und Hürzeler J. (1934): Das Alter der Molassezone von Jona-Rapperswil-Ufenau (Oberer Zürichsee). Eclog. geol. Helv. 27.
- Schindler C. (1970): Geologie von Zürich und ihre Beziehung zu Seespiegelschwankungen. Vjschr. Nat. Ges. Zürich 116/2.
- Schindler C. (1974): Zur Geologie des Zürichsees. Eclogae geol. Helv. 67/1.
- Staub R. (1938): Prinzipielles zur Entstehung der alpinen Randseen. Eclogae geol. Helv. 44/1.
- Sturm M. und Mätter A. (1972): Sedimente und Sedimentationsvorgänge im Thunersee. Eclogae geol. Helv. 65/3.
- Thompson R. und Kelts K. (1974): Holocene sediments and magnetic stratigraphy from lakes Zug and Zurich, Switzerland. Sedimentology 21.
- Wasmund E. (1930): Lakustrische Unterwasserböden, in: Blanck E., Handbuch der Bodenkunde, 5.
- Welti G. (1950): Flugbild und subagnatische Morphologie. Geographica helv. V/4.

Geologische Karten

Hantke R. und Mitarbeiter (1957): Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete 1:50 000 (Leemann, Zürich).

Adresse des Verfassers: Dr. Conrad Schindler, Geotechnisches Büro Dr. A. von Moos, Bachofnerstrasse 5, 8037 Zürich.

Trinkwassergewinnung aus Seen — die Lage in der Schweiz heute und morgen

Marten Schalekamp¹⁾

DK 628.1.033

Die totale Wassermenge auf der Erde beträgt 1 390 Mio Kubikkilometer (km^3). Davon sind höchstens 1,33 % oder etwa 18,5 Mio km^3 Süßwasser einschliesslich 1,29 % oder 18 Mio km^3 Eis. Die Menge an Grund-, See- und Flusswasser beträgt demnach 0,5 Mio km^3 oder 0,04 %. Der Weltbedarf an Trink- und Brauchwasser beträgt heute etwa 160 km^3 je Jahr. Zum grössten Teil wird Süßwasser gebraucht. Leider werden die einzelnen Länder der Erde sehr unterschiedlich mit Süßwasser beschickt, so dass viele zu wenig haben und in Zukunft auf die Destillation von Meerwasser angewiesen sind.

Wasser gibt es in genügender Menge auf der Welt. Leider bedarf es — sei es nun in süsser oder salziger Form — einer intensiven Reinigung. Bei Grund- und Quellwasser

geschieht dies durch die Bodenpassage. Oberflächenwasser aus Flüssen, Seen und dem Meer bedarf einer kostspieligen Aufbereitungsanlage.

Die Menschheit braucht daher für die Trinkwasserversorgung in erster Linie Quell- und Grundwasser. Da es jedoch zu wenig davon gibt, ist man heute immer mehr auf Oberflächenwasser angewiesen. Obwohl die Schweiz das Wasserschloss Europas ist, ist auch sie darauf angewiesen, neben Grund- und Quellwasser vermehrt Oberflächenwasser zur Trink- und Brauchwasserversorgung zu verwenden. Der Trinkwasserbedarf des Schweizers wird heute mit 21 % Fluss- und Seewasser und mit 79 % Quell- und Grundwasser abgedeckt. Im Planungsziel (Jahre 2020 bis 2040) rechnet man mit rd. 55 % echtem Quell- und Grundwasser. Die restlichen 45 % werden direkt oder indirekt den Flüssen und Seen entnommen. In der Schweiz werden 10 Seen zur Trinkwasserversorgung genutzt. Von insgesamt 35 Seewasserwerken liegen allein deren 24 am Boden-, Zürich-

¹⁾ Kurzfassung des Vortrages, den M. Schalekamp anlässlich der Delegiertenversammlung der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene, VGL, am 21. Mai 1976 in Bern gehalten hat.

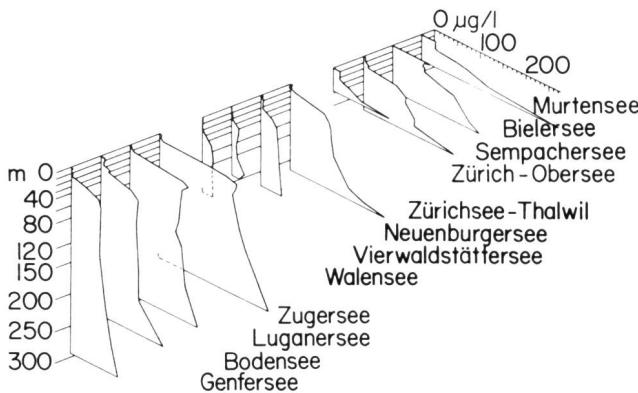


Bild 1. Der Gehalt an Phosphat, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$, in $\mu\text{g/l}$ der Schweizer Seen. Aufgetragen in Abhängigkeit der Seetiefe, Messungen September 1974.

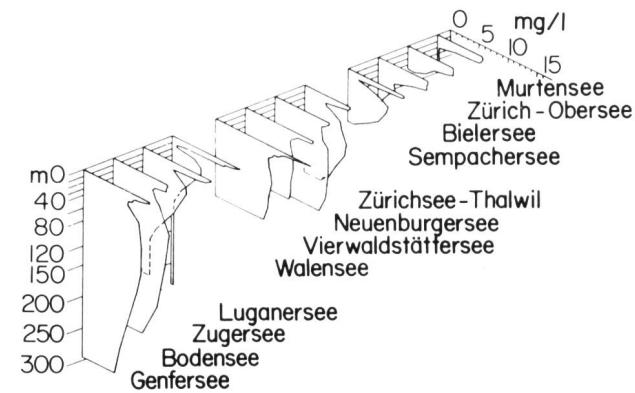


Bild 2. Der Sauerstoffgehalt, O_2 , in mg/l der Schweizer Seen. Aufgetragen in Abhängigkeit der Seetiefe. Messungen September 1974.

und Genfersee. Das erste Seewasserwerk mit Aufbereitung in der Schweiz wurde 1871 in Zürich in Betrieb genommen. Damals genügte ein einstufiges Aufbereitungsverfahren. Heute ist dies leider nicht mehr der Fall, nachdem die Qualität des oberirdischen Wassers sich gegenüber früher verschlechtert hat. Wie überall in der Welt verursacht der Mensch auch in der Schweiz eine Veränderung der ökologischen Stabilität. Diese Veränderung ist zurückzuführen auf die Bevölkerungsvermehrung, die Energieverbrauchszunahme und auf die intensivere landwirtschaftliche Nutzung des Bodens. Alle Schweizer Seen weisen daher in den verflossenen 20 Jahren eine zunehmende Eutrophierung auf. Der Zürichsee machte in den letzten 4 Jahren eine Ausnahme. Seitdem bei den Kläranlagen des unteren Zürichsees eine dritte Reinigungsstufe in Betrieb genommen wurde, konnte eine Stagnierung der Phosphate auf 90 Gamma Phosphat-Phosphor pro Liter verzeichnet werden.

Um die Wasserqualität der Schweizer Seen miteinander vergleichen zu können, wurden im September 1974 an ihren tiefsten Stellen physikalische, chemische, bakteriologische und biologische Untersuchungen durchgeführt. Die untersuchten Seen wurden wie folgt nach drei Typen unterschieden, nämlich: Typ 1: Tiefe Seen von 200 bis 300 m; Typ 2: Mitteltiefe Seen von 120 bis 150 m und Typ 3: Untiefe Seen von 35 bis 80 m. Hinsichtlich des Eutrophierungszustandes waren bei Typ 1 der Lugarnersee, bei Typ 2 der Zürichsee (Thalwil) und bei Typ 3 der Murtensee am meisten betroffen.

Für die Wasseraufbereitung ist es wesentlich zu wissen, wie sich die Seen in der Fassungstiefe voneinander unterscheiden. Hinsichtlich Sauerstoff und Kohlensäuregehalt schneidet der Walensee am besten, der Murtensee am schlechtesten ab. Dabei ergibt sich folgende Reihenfolge der untersuchten Seen: Walensee, Genfersee, Vierwald-

stättersee, Neuenburgersee, Bodensee, Zugsee, Zürichsee (Thalwil), Lugarnersee, Sempachersee, Bielersee, Zürichsee (Obersee) und Murtensee.

Werden nun die andern untersuchten Größen wie UV-Extinktion, Phosphate, Nitrat usw. nach der vorgenannten Reihenfolge eingezeichnet, so zeigt sich im grossen und ganzen, dass sich der Trend der Untersuchungskriterien, wie die Sauerstoff- und Kohlensäurekurve, gleichmässig nach oben bewegt. Die für die Wasserwerke wichtigen Kriterien wie Plankton und Trübung tanzen aus der Reihe. Für die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung ist es notwendig, zu jeder Zeit einwandfreies Trinkwasser aufzubereiten zu können, auch dann, wenn Spitzenbelastungen, zum Beispiel von Plankton und Trübungen, auftreten. An den Schweizer Seen werden daher Aufbereitungsverfahren vorgesehen, welche diesem Umstand Rechnung tragen.

Das Aufbereitungsverfahren Vorchlorung, Flockung, Zwei-schicht-Schnellfiltration, Neutralisation, Ozonung, Aktivkohle-Filtrierung und Chlordioxyd, wird praktisch an allen Schweizer Seen angewendet und, wo nicht, wird es später zur Anwendung gelangen. Im Vortrag wurde ausführlich dargelegt, aus welchen Gründen die vorerwähnten Verfahren bei den schweizerischen Seewasserwerken angewendet werden und welches der Wirkungsgrad der Reinigung ist.

Die schweizerischen Seewasserwerke weisen neben dem hohen Wasseraufbereitungsstandard auch einen solchen hinsichtlich der baulichen und technischen Ausführung auf. Im weiteren sind, als Folge des Personalmangels, die meisten Seewasserwerke voll automatisiert.

Aus der Bilanz des Zustandes der Schweizer Seen könnte man den Schluss ziehen, dass keine Gewässerschutzmassnahmen getroffen worden seien. Eine solche Annahme wäre jedoch falsch, denn die Abwasserfachleute in den meisten Kantonen der Schweiz haben sehr viel getan. Auch für die künftige Entwicklung darf man Hoffnung haben, denn am 1. Juli 1972 ist das neue Gewässerschutzgesetz in Kraft getreten. Darin wird unter anderem festgehalten, dass innerhalb von zehn Jahren die verunreinigenden Einleitungen aufgehoben oder einwandfrei beseitigt sein müssen.

Durch die Gewässerschutzmassnahmen des Bundes und der Kantone sowie durch die guten Aufbereitungsverfahren der schweizerischen Seewasserwerke wird man auch in Zukunft genügend Trinkwasser von einwandfreier Qualität aus den Schweizer Seen gewinnen können.

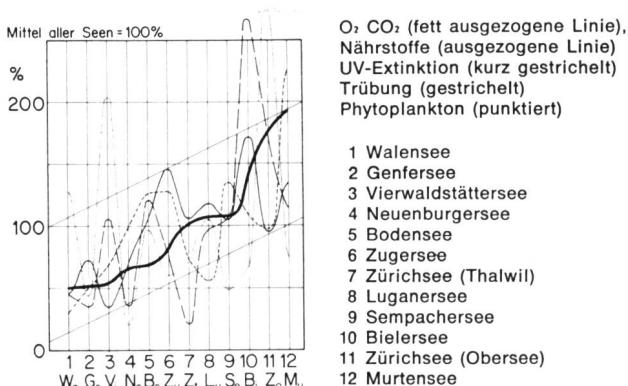


Bild 3. Rangfolge der Schweizer Seen nach Messwerten im Fassungsbereich der Trinkwasserfassungen.

Adresse des Verfassers: Marten Schalekamp, Direktor der Wasserversorgung der Stadt Zürich, Bahnhofquai 5, Postfach, 8023 Zürich.

GEOLOGISCHE KARTE DES ZÜRICHSEES 1:50000

Konstruktion: Dr. C. Schindler, unter Auswertung von Echolotprofilen, Bohrungen und anderen Unterlagen

LEGENDE:

a) Land (meist nach R.HANTKE 1967)

- Fuss eines Hangs mit hochliegendem Fels oder Moräne
- Gebiet mit vorbelasteten Schottern oder Seabodenablagerungen nahe Oberfläche
- Rutschgebiet
- Abtrag oder nicht vorbelastete Ablagerungen der ausgehenden Wurmszeit hoch liegend
- Moräne, Seeb. Eisrandlage, z.T. nicht genau festst.
- Beschwirrung
- Bechtfuß

b) See: Fels und dichte Lockergesteine

- Fels + Moräne hoch liegend
- Felsrippen in bedeutender Tiefe, undeutlich durchscheinend
- Vorbelastete Schotter oder Seabodenablagerungen
- Ablagerungen nahe Gletscherz., späte Wurmszeit
- x x Eisrandlage, z.T. hypothetisch

Anmerkungen:

- Einzelne Grenzen sind unscharf, es existieren Übergänge zwischen Lockergesteinstypen
- Im ufernahen Bereich erschwert meist ein Schleier die Deutung der Echolotprofile. Hier wie auch in sehr seichten Gebieten erfolgte die Interpretation auf Grund von Bohrungen oder der Morphologie. Zum Teil bleibt sie aber unsicher.
- Die vorliegende Karte ist als Versuch zu werten und sollte auf Grund späterer Untersuchungen kontrolliert, ev. auch korrigiert werden.

c) Ufernahe Gebiete, Steilabfall

- Natürliche Strandlinie beim ehemaligen, tiefsten Wasserspiegel (403,5 m)
- Ehemaliger Schwankungsbereich des Seespiegels, sonst nicht aufgefüllt
- Baggerlicher (roter) Bschal
- Steilkante, Abtrag, Untergrenze unscharf
- Steilkante, durch Wellenschlag entstanden, z.T. Seekreide
- Unkonsolidierte Schichten
- Geschichteter, weicher Schotterverbund mit Schlammablagerung

d) Schuttkegel und relativ flache Seeböden

- Unruhiger Wechsel: Kies/Sand/Silt, feinkörniger oder lehmige Einschlüsse
- Geschichteter Wechsel: Sand/Silt/Lahn/kreidige Lagen, Kies selten
- Im SE-Becken ev. gute Feinkörnung, aber mit viel Gobbelsteinen
- Wackelige Schichten mit weichen Lagen: Lehm, Sand, Silt und Sand
- Gut geschichtete Schichten mit kreidigen Lagen, Lehm und Kies selten
- Abröhr, aber mit etwas Schleimiger Ablagerungen des tiefsten Beckens

e) Steilkanten, Rutsche und kriechende Gebiete

- Steilkante, Abrissbord
- Rutschmosse mit unruhiger Oberfläche
- Rutschmosse als relativ ruhige, flache Decke, seitlich auskaland (Turbidit)
- Kriechende Lockergesteine

f) Überlagerung von 2 Gesteinstypen

- Überlagerungen von 2 Lockergesteinstypen innerhalb des erkennbaren Bereichs, aber maximal innerhalb von 8 Metern. Die schmalen Streifen bezeichnen die hängende Schicht

