

**Zeitschrift:** Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 17 (1925)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Ein Beitrag zur Abklärung der Beziehungen zwischen Waldbestand und Grundwasserbildung  
**Autor:** Flury, Philipp  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-920395>

### **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:** 30.12.2025

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

Es findet also infolge der Einbauten lediglich eine Umlagerung des Geschiebes statt, ohne dass eine Verminderung des Abflussquerschnittes für das Hochwasser eintritt. Vorübergehende Einengungen der Querschnitte während der Bauzeit werden jeweils nach einer Sommeranschwellung des Flusses beseitigt sein.

Der Abflussmenge von 525 m<sup>3</sup>/sek. auf der Strecke zwischen Breisach und Basel entsprechen in Basel rund 540 m<sup>3</sup>/sek., da ein Zuschlag für das durch den Hüniger Kanal und etwa in das Grundwasserbecken des Rheintals abfließende Flusswasser gemacht werden muss. Für Strassburg lässt sich eine gleichwertige Wassermenge nicht mit der Genauigkeit angeben wie für Basel. Nach der Wassermengendauerlinie für das Jahr fünf 1901/05, dessen Abflussverhältnisse gerade bei niederen Wasserständen dem langjährigen Mittel sich sehr gut nähern, sind 540 m<sup>3</sup>/sek. in Basel an 318 Tagen über- und an 47 Tagen unterschritten. Es kann also mit einer Schifffahrtsdauer von durchschnittlich 318 Tagen bei einer Wassertiefe von mindestens 2,0 m wie heute unterhalb Strassburg gerechnet werden.

Die Wassermenge von 540 m<sup>3</sup>/sek. hat im Jahr fünf 1901/05 durchschnittlich den Wasserstand + 0,40 m a. P. Basel erreicht. Da der von der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt aus dem Zeitraum 1901/05 festgesetzte gleichwertige Wasserstand 1908 (= Gl. W. 08) am Pegel Basel + 0,42 m beträgt, ist der Regulierungswasserspiegel für 540 m<sup>3</sup>/sek. a. P. Basel in der Strecke Strassburg—Basel so gut wie gleichbedeutend mit dem Gl. W. 08, der am Pegel Strassburg die Höhe + 1,79 m hatte. Infolge der seither eingetretenen Sohlenänderungen ergeben sich für den Regulierungswasserspiegel im Jahre 1924 die Höhen + 0,0 m a. P. Basel und + 1,90 m a. P. Strassburg. Die entsprechenden Höhen an den übrigen Pegeln zwischen Basel und Strassburg wurden auf der Grundlage gleicher Unterschreitungsdauer und unter Zuhilfenahme von Beharrungsständen, die in der Natur aufgenommen wurden, ermittelt.

Schluss folgt.



## Ein Beitrag zur Abklärung der Beziehungen zwischen Waldbestand und Grundwasserbildung

von Dr. Philipp Flury,  
Adjunkt der Eidg. forstl. Versuchsanstalt in Zürich.

Unter obigem Titel hat der bekannte geologische Sachverständige für Grundwasserfragen und Quellentechnik — Dr. J. Hug (Zürich) — in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1923, No. 5, Seite 96

bis 97, eine bezügliche Untersuchung veröffentlicht, nachdem diese vorher in etwas kürzerer Form in den „Eclogae Helvetiae“, Vol. XVII, No. 1, vom Jahre 1922 erschienen war.

Dr. Hug hat für seine Untersuchungen eine der Holzkorporation Zollikon bei Zürich gehörende, auf der „Rehalp“ gelegene Fläche von 4 ha Grösse benutzt, die bis zum Jahre 1916 gleich den anstossenden Gebieten bewaldet war, dann aber im Winter 1915/1916 bleibend gerodet und der Landwirtschaft und dem Ueberbauungsgebiet zugewiesen wurde.

Die an der untern Grenze dieser Rodungsfläche, der sog. Schützenwiese, entspringenden Quellen gehören zum Netz der städtischen Wasserversorgung und werden von dieser seit Jahrzehnten gemessen.

Auf Grund der Messungsergebnisse einer jener Quellen stellt Dr. Hug fest, dass von 1916 bis 1921 — also nach erfolgter Waldrodung der Quellenertrag grösser sei als in den Jahren vor der Rodung, woraus er den Schluss zieht, es habe die vorgenommene Entwaldung auf den Quellenertrag erhöhend, also günstig eingewirkt.

Dieses Resultat und ganz besonders die genannten Schlussfolgerungen haben in forstlichen Kreisen einiges Befremden geweckt, namentlich im Hinblick auf die vom Verfasser auch zitierten, von der Eidg. forstlichen Versuchsanstalt eingerichteten, seit dem Jahre 1900 im Gange befindlichen und von Prof. Dr. A. Engler 1919 im XII. Band ihrer „Mitteilungen“ veröffentlichten Untersuchungen mit einem für den Wald günstigen Ergebnis.

Da es Prof. Dr. Engler wegen Erkrankung und infolge seines im Jahre 1923 erfolgten Hinschieds nicht mehr möglich war, auf die Arbeit von Dr. Hug zu antworten, andererseits aber ein auf forstlicher Seite weiterhin beobachtetes Stillschweigen leicht als Zustimmung zu den Dr. Hug'schen Ausführungen aufgefasst werden könnte, so gestattet sich der Einsender, auf jene Veröffentlichung zurückzukommen.

Was bei der vorliegenden Studie mit ihren Resultaten und den aus ihnen abgeleiteten grundsätzlichen Schlussfolgerungen auffällt, das betrifft gewisse anfechtbare Punkte, die mit Rücksicht auf die forstliche Seite der Fragestellung zum Teil das Versuchsobjekt als solches, zum Teil aber auch die eingehaltene Methode betreffen.

Als solche seien kurz zusammengefasst folgende genannt:

1. Das Einzugsgebiet dieser Quelle bzw. Quellen ist seiner Flächengrösse nach nicht bekannt.

Diese Tatsache allein schon gebietet Zurückhaltung in der Aufstellung von Schlussfolgerungen.

2. Die fragliche Rodungsfläche von nur 4 ha liegt ganz am untern Ende des Einzugsgebietes, kann also jedenfalls den Quellenertrag nicht entscheidend beherrschen.

Nach den Erhebungen der städtischen Wasserversorgung liegen die in Frage kommenden Quellen ziemlich oberflächlich, nur etwa 2—3 m tief. Es ist daher sehr wohl möglich, ja wahrscheinlich, dass die mit der Wald- und Stockrodung eingetretene Aenderung der ganzen Bodenverfassung auch auf die Quellenrinnale an sich verändernd eingewirkt hat, ohne dass die Entfernung des dortigen Waldbestandes unzweifelhaft die Ursache des veränderten Quellenertrages zu sein braucht.

3. Zum gleichen Sammelstrang, wie die von Dr. Hug genannte und für seine Studie benutzte Quelle X 1 gehört die beinahe doppelt so starke Quelle X 2, in unmittelbarer Nähe der gerodeten bisherigen Waldfläche.

Dr. Hug geht über diese wichtige Tatsache mit Stillschweigen hinweg, obgleich ihm die Existenz dieser Quelle und ihre Messungsergebnisse zweifellos bekannt sein mussten.

Gibt es in jenem Einzugsgebiet überhaupt noch andere Quellen?

4. Die Quellenmessungen erfolgten durch die städtische Wasserversorgung und zwar je monatlich einmal.

Für die Zwecke der Wasserversorgung genügt eine solche monatlich einmalige Feststellung, keinesfalls aber für die Beantwortung der Frage der Beziehungen des Waldes zum Quellenertrag, wozu notwendig tägliche bzw. ununterbrochene Erhebungen selbstverständliche Voraussetzung sind, wenn der in Frage stehende gegenseitige Zusammenhang wirklich einwandfrei festgestellt werden will.

5. Dr. Hug gibt auf Seite 97 (Spalte links) seiner Studie eine kleine Tabelle mit den Jahresniederschlägen von 1911—1921 und daneben jeweils

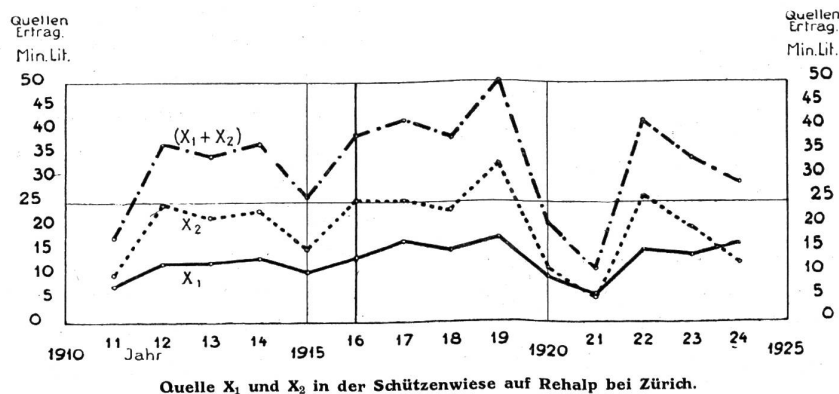
die „Summe der monatlichen Messungen in Minuten-Litern“. Mit dieser sehr freien Verwendung der monatlich einmaligen Messungen verleiht er ihnen stillschweigend den Charakter von Monatsmitteln, oder wenigstens wird der Leser den Zahlen diesen Charakter beilegen.

Einen solchen Charakter aber besitzen die monatlichen Messungen nicht, und sie haben überhaupt für die vorliegende Fragestellung keinerlei Beweiskraft, weder in positiver noch in negativer Hinsicht, ganz abgesehen davon, dass vielleicht einige Tage früher oder später ausgeführte Messungen leicht durchaus andere Resultate ergeben hätten.

6. In der bereits zitierten tabellarischen Uebersicht auf Seite 97 drückt Dr. Hug die Summe der monatlich einmaligen Messungen in Prozenten der jährlichen Niederschlagshöhe aus und nennt diese Grösse „Abflusscoefficient“.

Die jährliche Niederschlagshöhe in Millimetern (bzw. in Litern Wasser pro 1 m<sup>2</sup> Fläche) und die summierten monatlich einmaligen Messungen in Minuten-Litern sind — wenigstens für die vorliegende Fragestellung — überhaupt nicht direkt miteinander vergleichbar. Man kennt ja hier weder die wirkliche jährliche Abflussmenge im Ganzen, noch diejenige pro Flächeneinheit, also Bedingungen, die für eine Berechnung des Abflusscoefficienten bekannt sein müssen, soll der Ausdruck „Abflusscoefficient“ nicht entstellt werden, sondern das Verhältnis der gesamten wirklichen Abflussmenge zur gesamten wirklichen Niederschlagsmenge sein.

Die Schwäche des von Dr. Hug berechneten Abflusscoefficienten zeigt sich sogleich, wenn man ihn nicht nur für die Quelle X 1, sondern auch für X 2 und für (X 1 + X 2) berechnet, in welchem letzteren Falle sich für das Jahr 1919 der von vornherein unwahrscheinlich hohe Abflusscoefficient von 56,1% ergibt. (Vergl. nachfolgende Tabelle.) Kommen noch ein oder zwei andere Quellen jenes ganzen Einzugsgebietes hinzu, so könnte der so berechnete Abflusscoefficient sogar auf 100 und mehr Prozent steigen.



Quelle X<sub>1</sub> und X<sub>2</sub> in der Schützenwiese auf Reharp bei Zürich.

**Quellen X<sub>1</sub> und X<sub>2</sub> in der Schützenwiese Rehalp bei Zürich**  
Zusammenstellung der Messungen der 14 Jahre 1911—1924 in Minuten-Litern

	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924
Jahresniederschlag in mm	736	1153	988	1068	1094	1240	1101	1005	1073	737	714	1359	1035	984
<b>Quelle X<sub>1</sub></b>														
Jahressummen . . . . .	94,0	148,3	150,0	162,2	126,9	162,4	201,6	181,7	208,3	114,2	70,8	183,6	168,7	198,0
Monatsmittel . . . . .	7,8	12,4	12,5	13,5	10,6	13,5	16,8	15,1	17,4	9,5	5,9	15,3	14,1	16,5
<b>Quelle X<sub>2</sub></b>														
Jahressummen . . . . .	118,2	296,6	265,3	280,4	184,6	302,3	303,4	278,6	393,2	134,3	62,9	317,5	237,5	148,8
Monatsmittel . . . . .	9,9	24,7	22,1	23,4	15,4	25,2	25,3	23,2	32,8	11,2	5,2	26,5	19,8	12,4
<b>Quellen X<sub>1</sub> und X<sub>2</sub></b>														
Jahressummen . . . . .	212,2	444,9	415,3	442,9	311,5	464,7	505,0	460,3	601,5	248,5	133,7	501,1	406,2	346,8
Monatsmittel . . . . .	17,7	37,1	34,6	36,9	26,0	38,7	42,1	38,4	50,1	20,7	11,1	41,8	33,9	28,9

Abflusskoeffizient in % nach Dr. Hug

Quelle X <sub>1</sub> . . . . .	12,8	12,9	15,2	15,2	11,6	13,1	18,3	18,1	19,4	15,5	9,9	13,5	16,3	20,1
Quelle X <sub>2</sub> . . . . .	16,1	25,7	26,9	26,3	16,9	24,4	27,6	27,7	36,6	18,2	8,8	23,4	22,9	15,1
Quellen X <sub>1</sub> und X <sub>2</sub> . . .	28,8	38,6	42,0	41,5	28,5	37,5	45,9	45,8	56,1	33,7	18,7	36,9	39,2	35,2

In der vorstehenden Zahlen-Uebersicht sind die von der städtischen Wasserversorgung monatlich gemessenen und uns in verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellten Erträge der Quellen X 1 und X 2, sowie von (X 1 + X 2) für die Jahre 1911—1924 verzeichnet, bzw. deren jeweilige Summierungen von Januar bis Dezember unter Beifügung der entsprechenden Jahresniederschläge.

Lässt man die beiden abnorm trockenen Jahre 1911 und 1921 ausser Betracht, so gewinnt man aus diesen Zahlenwerten und namentlich aus der obigen graphischen Darstellung die Ueberzeugung, dass von einer deutlich ausgeprägten gesetzmässigen Zunahme des Quellenertrages von 1916 an, die als Beweis eines negativen Einflusses des Waldes angesprochen werden dürfte, nicht wohl die Rede sein kann.

7. Die von Dr. Hug erwähnte Differenz der minimalen Erträge der Quelle X 1 von 4 Minuten-Litern zu Ungunsten des Waldes ist so geringfügiger Art, dass sie unter Berücksichtigung der monatlich nur einmaligen Messung während nur weniger Jahre auch rein zufällig sein kann, auf keinen Fall aber für die vorliegende Fragestellung Beweiskraft, weder zu Gunsten noch zu Ungunsten des Waldes, besitzt.

Uebrigens soll nicht bestritten werden, dass der Wald imstande ist, vermöge seines grossen Wasserbedarfes, ganz oberflächlich liegende Quellen zum Versiegen zu bringen, geradeso, wie z. B. ein

durch Aufforstung entstandener jüngerer oder mittelalter Fichtenbestand einen relativ feuchten Boden trocken zu legen vermag.

Es ist also nicht das einzelne Faktum, das hier bestritten oder kritisiert werden soll, sondern mehr das Loslösen und Herausnehmen eines solchen aus dem komplizierten ganzen Fragenkomplex, wie es eben der Einfluss des Waldes auf das Wasserregime ist.

\* \* \*

Auf Grund vorstehender Erwägungen und Gesichtspunkte betrachten wir die Studie von Dr. Hug als einen verdankenswerten Versuch zur Abklärung der Beziehungen zwischen Waldbestand und Grundwasserbildung, nicht aber als eine wirkliche Lösung und Klarstellung dieser Beziehungen.

Zum Schlusse sei noch kurz auf die eingangs erwähnten Untersuchungen der Eidg. forstlichen Versuchsanstalt an zwei Wassermess-Stationen bei Wasen im Emmental hingewiesen, nämlich:

Sperbelgraben, völlig bewaldet mit 56 ha und Rappengraben, schwach bewaldet mit 70 ha Einzugsgebiet.

Messung der Niederschläge mit je 3 gewöhnlichen und je einem selbstregistrierenden Regenmesser.

Messung der Schneehöhen mit Pegeln.

Messung der Abflussmengen ununterbrochen mit selbstregistrierenden Pegeln (Limnigraphen).

Beobachtungen seit 1900 bis heute mit zunehmender Verbesserung der Einrichtungen.

Nach diesen Beobachtungen ergibt sich speziell für die Frage „Einfluss des Waldes auf die Quellenbildung“ in ausgesprochenen Trockenperioden im Quellenertrag eine Differenz von mindestens 2,5—3 Sekunden-Litern, also von 150—200 Minuten-Litern zu Gunsten des Waldes.

Indessen sei auch ohne weiteres zugegeben, dass damit diese, wie manche andere Seite dieses verwickelten Fragenkomplexes, noch nicht völlig abgeklärt ist, sondern dass weitere Untersuchungen sehr wünschenswert, ja notwendig sind. Möge dies nun geschehen durch Beobachtungen bei gänzlicher Abholzung eines jetzt gänzlich bewaldeten oder durch Beobachtung bei vollständiger Aufforstung eines jetzt völlig waldlosen Einzugsgebietes oder auch durch eine Verwendung beider Methoden.

Zürich, im Februar 1925.



### Das Gegengutachten in der Gleno-Katastrophe.

„La Diga del Gleno“, Rilievi — Indagini Tecniche — Risultanze — Conclusioni, Milano, 30 Ottobre 1924“ lautet der Titel eines im Auftrage der Bauherren-Firma „Viganò“ von den Ingenieuren Prof. Mario Baroni, Ugo Granzotto, Luigi Kambo, Urbano Marzoli verfassten Gegengutachtens, das sehr geschickt abgefasst in interessanter Weise das wechselvolle Geschick des Bauprojektes und die ganze Geschichte des in schwierigen Zeiten unter vielerlei Hemmnissen erfolgten Baues dieser Talsperre schildert. Es sind ihm viele Beilagen, wie Tabellen, Berechnungen, Pläne und Abbildungen beigegeben. Es kommt im Gegensatz zu dem gerichtlichen Experten-Gutachten der Ingenieure Prof. Gaet. Ganassini und Art. Danusso\*), sowie der Kritik, die von dem italienischen Ingenieur Mina und von ausländischen Ingenieuren, wie Dr. Ing. A. Stucky, Dr. Ing. Ludin, Ing. Mattern u. a., an dem Bauwerk geübt worden ist, zu ganz anderen Schlüssen. Die Berechtigung der hauptsächlichsten Beschuldigungen, wie ungenügende Dimensionierung, mangelhafte Bauausführung unter Verwendung ungeeigneter und nicht einwandfreier Baumaterialien, fehlerhafte Auflagerung auf dem Felsuntergrund des massiven zentralen Unterbaues („Tampone Muraria“), unfähige Bauleitung, mangelnde staatliche Genehmigung des Bauprojektes und Beaufsichtigung, sowie mangelnde Kollaudation des Bauwerkes, wird bestritten und zu widerlegen ver-

sucht. Als mit der behördlichen Kontrolle der Pläne, der Bauausführung und Kollaudation Betraute werden Chef-Ing. Lombardi und Sektions-Ing. Sassi vom Staats-Ingenieur-Korps in Bergamo genannt. Sehr speditiv scheint diese staatliche Kontrolle nicht gewesen zu sein!

Der Bericht geht auf einige schwerwiegende und unentschuldbare Mängel in der Bauausführung, die schon auf den kurz nach dem Unglück aufgenommenen, und andernorts publizierten Photographien deutlich erkennbar sind, gar nicht ein. Unter Berufung auf ein Gutachten des Genie-Oberst Ottorino Cugini vom II. Armeekorps in Mailand, das auf einem Augenschein beruht, wird die Ursache einem Attentat zugeschoben. Der Beweis hierfür ergebe sich im Zustande des noch stehengebliebenen Teiles des Grundablass-Stollens im mittleren Mauerwerkunterbau, in den darin gefundenen Bruchstücken eines gusseisernen Handrades der Schleuse, in der Art der Absicherung und Verbiegung der dort in das Mauerwerk eingelassenen Consoleisen eines Laufsteges. Der Einsturz könne nur durch eine plötzliche Gleichgewichtsstörung, hervorgerufen mittels Explosivstoffen von sehr starker Wirkung (Dynamit), bewirkt worden sein. Es werden dann auf Grund von zwei Erklärungen eines Polizeikommissärs, die auf den Aussagen eines bei der verbrecherischen Zerstörung der Centrale des „Adamello-werkes“ beteiligten Sträflings Betti Battista beruhen, drei Männer angeschuldigt. Und zwar handle es sich um „Sovversivi“, um Anhänger der Umsturzpartei, die den beim Bau der Gleno-Talsperre ausschliesslich beschäftigten „Fascisten“ feindlich gesinnt waren. Genannt werden: ein Geometer Della Matera Bonomelli, ein Bassi Fausto und ein Curati Francesco. Sie werden als Urheber des Verbrechens am „Gleno“ verdächtigt, da sie dem Battista gegenüber ein in seiner Wirkung viel bedeutenderes Nachspiel zum „Adamello-Attentat“ am „Gleno“ drohend vorausgesagt hätten, „falls dort keine Sovversivi angestellt würden, was das ganze Val Camonica teuer zu stehen kommen würde“. Als Experte in Sprengarbeiten erklärt Oberst Cugini, wie ca. 75 kg Dynamit, die zwei Tage vor der Katastrophe aus dem Baumaterialschuppen am Gleno entwendet worden waren, im Grundablass-Stollen unter dessen Gewölbescheitel unweit seiner talseitigen Mündung verborgen und zur Explosion gebracht worden sein könnten. Damit wurde offenbar ein Teil des Stollens und des hier darüber lagernden talseitigen Fusses des Strebepfeilers No. 7 zerstört, was den Einsturz dieses Pfeilers und des übrigen, auf dem zentralen Unterbau ruhenden Teiles der Vielfachgewölbe-Staumauer zwischen den beiden Gruppenpfeilern No. 5 und 14 zur Folge haben musste. Die mit einer

\*) Siehe S. 73 dieser Zeitschrift, No. 4 v. 25. IV. 1925.