Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 17 (1922-1923)
Heft: 1

Artikel: Ein Beitrag zur Abklärung der Beziehungen zwischen Waldbestand und Grundwasserbildung

Autor: Hug, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-158090

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: 08.07.2025

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

Ein Beitrag zur Abklärung der Beziehungen zwischen Waldbestand und Grundwasserbildung.

Von J. Hug (Zürich).

In der Literatur über Quellen und Grundwasser wird lebhaft über die Frage diskutiert, welche Rolle der Waldbestand im Haushalte der Natur insbesondere für die Grundwasserbildung spielt. Wenn man die sich widersprechenden Ansichten zusammenstellt, so bekommt man den Eindruck, dass das Problem noch nicht endgültig abgeklärt ist.

Als günstig für die Bildung von Grundwasser wird der Waldbestand allgemein in Einzugsgebieten angesehen, die stark geneigt sind, besonders wenn felsiges Terrain mit wenig mächtiger Schuttbedeckung vorliegt. In diesem Fall wird der rasche oberflächliche Abfluss durch die pflanzlichen Bestandteile verhindert, resp. zurückgestaut, und so die Versickerung befördert. Zudem wird die als Grundwasserträger funktionierende Schuttdecke durch das Wurzelwerk vor dem Abrutschen auf dem Fels geschützt.

Genauere Untersuchungen über derartige Verhältnisse liegen aus neuerer Zeit aus dem Emmental von A. Engler[1]) vor. Er vergleicht die Abflussverhältnisse von 2 ganz verschieden stark mit Wald besetzten Einzugsgebieten, es ist einerseits das waldarme Rappengrabengebiet mit 35% Waldbestand und andererseits das benachbarte Sperbelgrabengebiet mit 97% Waldbestand. Es ist klar, dass die Abflussverhältnisse indirekt auch auf die Grundwasserbildung resp. dem Quellertrag schliessen lassen, indem bei Niederwasserstand die Abflussmenge sich ganz aus dem Ertrag der Quellen des Einzugsgebietes rekrutiert. Nach einer längern Trockenperiode blieb der Abfluss des waldarmen Einzugsgebietes vollständig aus, während das bewaldete Sperbelgrabengebiet noch mindestens 1,6 lit/sek per km² lieferte, was ungefähr dem Quellertrag des Gebietes entsprechen dürfte. Der günstige Einfluss des Waldes auf die Quellenbildung darf in diesem Falle als erwiesen gelten.

[1]) Mitteilungen der Schweiz. Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Bd. XII.

Die Widersprüche setzen aber in der Literatur sofort ein, wenn man sich nach Angaben über den Einfluss des Waldes auf die Grundwasserbildung in ebenen oder nur sanft geneigten Einzugsgebieten mit einigermassen durchlässigem Untergrund umsieht. Für derartige Verhältnisse geht die Ansicht einer Reihe von neueren Autoren darauf hinaus, dass die Förderung der Quellwasserbildung durch den Wald überschätzt werde.[1]) Als Vertreter dieser Richtung nenne ich besonders Ototzki[2]), der beobachtete, dass bei St. Petersburg im Walde der Grundwasserspiegel tiefer liegt als in den Steppen, auch wenn diese dicht begrast sind. Marchand[3]) stützt sich auf Beobachtungen in den „Landes" an der Südwestküste von Frankreich, wo der Grundwasserspiegel im Wald mindestens 50 cm tiefer liegen soll als im unbewaldeten Gebiet.

Die nachteilige Wirkung des Waldes auf die Grundwasserbildung wird meistens dadurch erklärt, dass der Wald durch Verdunstung dem Boden grössere Mengen Wasser entziehe als andere Kulturen. Bei Höfer (Grundwasser und Quellen, Braunschweig 1912, S. 25) sehen wir sogar die Behauptung angeführt, „dass es gefehlt sei, wie es wiederholt geschah, zur Sicherung der Qualität des Bodenwassers die ebene Umgebung der Entnahmestelle mittels Baumwuchs zu schützen, da dies auf Kosten der Quantität geschehe. Wiesenkulturen haben qualitativ dieselbe Wirkung und wären quantitativ nicht nur ein Nachteil, sondern ein Vorteil".

Im Gegensatz zu diesen extremen Ansichten stehen die Ergebnisse von Untersuchungen, die Ebernmayer[4]) in Bayern ausgeführt hat und zwar durch eingehende hydrologische Aufnahmen in bewaldeten und angrenzenden unbewaldeten Gebieten z. B. im Lechtal. Er kommt im Gegensatz zu Ototzki zum Schluss, dass die absenkende Wirkung des Waldes auf den Grundwasserspiegel nicht als vollständig erwiesen gelten könne.

Die vorstehend erwähnten Unterschiede in den Beobachtungsergebnissen dürften wohl hauptsächlich darin liegen, dass die zum Vergleich herangezogenen offenen und bewaldeten Gebiete in ihren geologisch-hydrologischen Verhältnissen nicht voll-

---

[1]) Prinz E. Handbuch der Hydrologie. Berlin 1919. S. 16.

[2]) Ototzki P. Der Einfluss der Wälder auf das Grundwasser. Zeitschrift f. Gewässerkunde. Band I.

[3]) Marchand M. E. Einfluss des Waldes der „Landes" auf die Regenmenge. Meteorolog. Zeitschrift 1905.

[4]) Ebernmayer u. Hartmann. Untersuchungen über den Einfluss des Waldes auf den Grundwasserstand. Jahrbuch des bayrischen hydrotechn. Bureaus 1903.

ständig übereinstimmen, geringe Änderungen in der Durchlässigkeit können oft den Grundwasserertrag wesentlich beeinträchtigen.

Angesichts dieser stark voneinander abweichenden Ansichten suchte ich schon lange nach Beobachtungsmaterial, dem die soeben angeführten Mängel nicht anhaften. Ich fand endlich ein geeignetes Beispiel bei einem Quellgebiet in der „Schützenwiese" bei der Realp an der Peripherie der Stadt Zürich gegen den Zollikerberg.

Das Einzugsgebiet der Fassung, die der Irrenanstalt Burghölzli zugeleitet wird, besteht aus einem sanft geneigten Hang, bei dem eine mehrere Meter mächtige Moränendecke als Grundwasserträger auf Molassefels (obere Süsswassermolasse) aufliegt. Sozusagen die ganze Sammelfläche war bewaldet, bis im Jahre 1915/16 eine Rodungsbewilligung erteilt wurde, was die Umwandlung des unmittelbar oberhalb der Quellen gelegenen Waldgebietes von ca. 4 ha in eine Acker- und Gartenfläche zur Folge hatte.

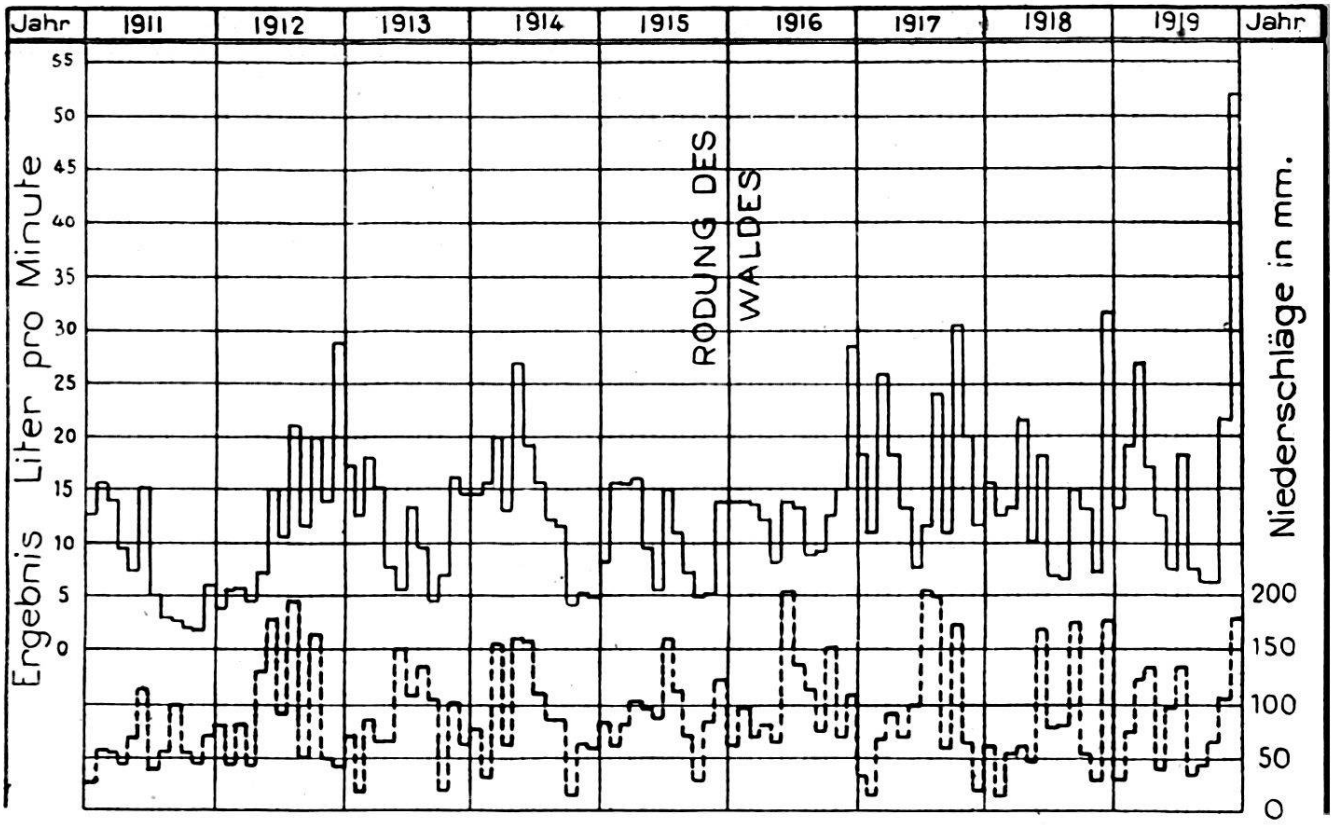
Über den Ertrag der Quellengruppe stehen uns regelmässige monatliche Messungen von nahezu zwei Dezennien zur Verfügung. Die Messungen wurden durch die Wasserversorgung Zürich ausgeführt. Ich danke an dieser Stelle Herrn Direktor Peter bestens für die Überlassung der Aufzeichnungen, ebenso Herrn Assistent Wirth für seine bereitwillige Auskunftserteilung.

Ich greife aus dem vorhandenen Zahlenmaterial die Angaben über diejenige Quelle heraus, die direkt auf die entwaldete Parzelle zugeht und damit die stärkste Reaktion auf den Kulturwechsel erwarten liess.

In der umstehenden graphischen Darstellung habe ich die Quellerträge von 9 Jahren (1911—1919) zusammengestellt, das Datum der Entwaldung ist besonders markiert worden. Zum Nachweis des Zusammenhanges mit den Niederschlagsverhältnissen ist auch die monatliche Regenhöhe in Millimeter in gleicher Zeitfolge aufgetragen worden.

Auf Grund dieser Zusammenstellung wird es dem Leser nicht schwer fallen, sich selbst ein Urteil über den Einfluss des Waldes auf den Quellertrag im vorliegenden Falle zu bilden. Meine eigenen Ansichten darüber, was sich unserer graphischen Darstellung und dem übrigen Zahlenmaterial entnehmen lässt, mögen kurz in den folgenden Punkten zusammengestellt sein:

1. Eine Änderung des Ertragsregimes mit dem Zeitpunkt der Entwaldung des Einzugsgebietes ist unverkennbar. Es äussert sich dies in erster Linie darin, dass die Schwankungen im Ertrage



Graphische Darstellung der Erträge der Quelle in der „Schützenwiese" in der Realp bei Zürich 7.

(Die obere Kurve gibt die Erträge in Min. Lit. mit der Zahlenreihe links an, die untere (gebrochene Linie) stellt die Regenmengen von Zürich als Monatssummen dar (Zahlen rechts).

sich offensichtlich, besonders die Maxima, in grösseren Variationen bewegen.

2. Um die beiden Beobachtungsperioden einander besser gegenüberstellen zu können, habe ich in der folgenden Tabelle die Jahressummen der Niederschläge für die Jahre 1911—1921 neben die entsprechenden monatlichen Messergebnisse der Quelle gestellt und daraus das Prozentverhältnis zwischen den beiden Werten berechnet. Wir erhalten so Vergleichswerte für die einzelnen Jahre, die wenigstens bis zu einem gewissen Grade als zuverlässig gelten dürfen.

3. Aus dieser Tabelle kann man deutlich ersehen, dass die Jahre von 1916 an, d. h. nach der Entwaldung des Einzugsgebietes im allgemeinen eher einen grösseren Abflusskoeffizienten aufweisen, als der Zeitraum mit dem Waldbestand. Eine Ausnahme macht nur das Übergangsjahr 1916, für das man berücksichtigen muss, dass die Arbeit der Rodung sich über längere Zeit hinaus zog. Aus der Regel fällt ferner das Jahr 1921, das wegen seiner grossen Trockenheit, verbunden mit grosser Hitze die Quellerträge ganz allgemein auf ein bis jetzt nie erreichtes

Jahr	Niederschläge in m/m (Jahressumme)	Summe der monatlichen Messungen in Min.-Lit.	%	Minimaler Ertrag in Min. Lit.
1911	736	84	11,4	1,8
1912	1153	148,3	12,9	3,8
1913	988	150,0	15,1	5,4
1914	1068	162,2	15,2	4,2
1915	1094	127,1	11,6	4,8
1916	1240	162,4	13,1	8,2
1917	1101	201,6	18,3	7,5
1918	1005	171,7	17,1	6,6
1919	1073	208,3	19,4	6,3
1920	742	114,2	15,4	4,5
1921	715	70,8	9,9	4,0

Minimum herabgesetzt hat. Es liegen also für dieses Jahr abnormale Verhältnisse vor, die mit keinem der früheren Jahre einen Vergleich zulassen.

4. Besonders interessant verhalten sich die in der hinteren Kolonne unserer Tabelle zusammengestellten Minimalerträge der einzelnen Jahre, die aus naheliegenden Gründen in erster Linie den Wert einer Quelle bestimmen. In dieser Hinsicht können wir von 1916 an eine ganz auffallende Besserung der Quelle konstatieren. Besonders eigenartig ist der hohe Ertrag des sehr trockenen Jahres 1921 mit 4,0 Min.-Lit., nachdem die nicht ganz so stark ausgesprochene Trockenperiode von 1911 nur noch einen Ertrag von 1,8 Min.-Lit. gebracht hatte. Die Erscheinung tritt noch in klarerer Weise hervor, wenn wir uns auch die Minimalerträge der früheren Jahre, soweit Messungen vorhanden sind, vor Augen führen; es sind:

Jahr	Min.-Lit.	Jahr	Min.-Lit.
1894	4,2	1902	8,0
1895	4,2	1903	4,8
1896	6,8	1904	2,1
1897	7,2	1905	3,0
1898	3,2	1906	1,4
1899	0,9	1907	1,1
1900	2,2	1908	4,8
1901	4,7	1909	5,1
		1910	3,4

Innerhalb dieses Zeitraumes haben also nicht weniger als 8 Jahre einen geringeren Minimalertrag als das Jahr 1921, obwohl die Niederschlagsverhältnisse höhere Erträge hätten erwarten lassen. Es ergibt sich so für die Beobachtungsperiode vor der Entwaldung (1894—1915) ein durchschnittlicher Minimalertrag von 3,9 gegenüber 6,2 Min.-Lit. nach der Entwaldung (1916—21).

5. Zieht man also den endgültigen Schluss aus den vorstehenden Daten, so muss man die Überzeugung erhalten, dass bei der fraglichen Quelle in der Schützenwiese mit einem leicht geneigten, aus Moräne bestehenden Einzugsgebiet durch die Entwaldung der Sammelfläche in ihrem Ertrage sich nicht verschlechtert hat, dass sogar der Minimalertrag offensichtlich grösser geworden ist. Der Waldbestand wäre demnach in diesem Falle in quantitativer Hinsicht kein Vorteil für das Einzugsgebiet der Quelle.

Manuskript eingegangen 20. Juni 1922.