Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen
Band: 12 (1934-1935)

Artikel: Der Grundwasserstrom bei Schaffhausen
Autor: Guyan, Walter Ulrich
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-584779

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: 11.07.2025

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

5.

Der Grundwasserstrom bei Schaffhausen.

Diagramm mit Erläuterungen

von

Walter Ulrich Guyan.

Die eiszeitliche Erosion schuf im Bereiche des Rheines, wie auch anderwärts, Schmelzwasserrinnen. Beim Eisrückzug häuften sich beträchtliche Schuttmassen an und lösten die erosive Phase der landschaftlichen Gestaltung durch Aufschotterung ab. Der grundsätzliche Wechsel im Kräftespiel von Gletscher und Fluß wiederholte sich mehrfach. Eine Zunge des großen Rheingletschers floß die Rheinfurche hinunter zum Randen. Beim Abschmelzen seiner Eismassen setzte eine neue, von den durch Eisschwund freiwerdenden Wassermassen weitgehend unterstützte Talbildung ein. Der so gebildete Fluß folgte nicht mehr dem inzwischen in Moränenschutt und fluvioglazialen Massen begrabenen alten Bett, sondern schnitt sich streckenweise in anstehendes Gestein ein. Wir bezeichnen solche Talstücke als epignetisch („nachher entstanden"). Zwei Flußschnellen, Lächen und Mühlenen, im Durchbruche des Rheines in dem bei Schaffhausen unter das Tertiär einfallenden Jurazug liegend, gehören diesen antezedenten Einschnitten an. Die letzte Flußverlegung wirkte sich hier in der Bildung kataraktähnlicher Stufen im Gebiete von Felsschwellen aus. Schotter der dritten Eiszeit, bedeckt von jüngeren Moränen und ebensolchen fluvioglazialer Ablagerungen, er-

füllen das zur großen Interglazialzeit gebildete Tal. Über die weite Schotterebene bahnte sich dann der junge Rhein seinen Weg.

Alpine Schotter in den eiszeitlichen Flußrinnen sind die eigentlichen Träger des Grundwassers, das als unterirdischer Strom den Rheinlauf begleitet. Von Interesse ist das Verhalten der beiden Gewässer im Bereiche epignetischer Strecken. Durch eingehende Untersuchungen von HÜBSCHER (1 und 2) im Rheinfallgebiet ist die örtliche Geologie hinreichend bekannt. In den unregelmäßig zerklüfteten und verschieden gearteten Abteilungen des, mitunter auch von Schwammstotzen durchsetzten Massenkalks, schäumt der Rhein über die noch unausgeglichenen Stromschnellen hinweg und quert bei Flurlingen in seinem verkitteten Bett die zwischen den beiden Felspartien liegende alte Furche. Der genetische Zusammenhang dieser Stufen überrascht nicht; gleichartiger Bau des Untergrundes und übereinstimmende Vorgänge haben Ähnliches geschaffen. Nur die geringe Sturzhöhe läßt die erste Stufe am Moserdamm gegen den über seine alte linke Talwand herabstürzenden Rheinfall an Bedeutung zurücktreten.

Die Frage, ob die Tiefrinne unterhalb Feuerthalen rechts- oder linksseitig der Kalkrippe vom Moserdamm durchziehe, ist strittig. J. HUG (5) denkt an eine linksseitige Lösung über Allenwinden. In einer schluchtähnlichen Strecke im Querschnitt von Kettenen-Bindfadenfabrik würde das Quellwasser in beträchtlicher Tiefe hinziehen, bei Flurlingen den Rhein kreuzen und sich in geradem Verlauf dem Rheinfallbecken zuwenden. Diese Interpretation ist die klassische und hat in allen Lehrbüchern, meist durch Skizzen veranschaulicht, Eingang gefunden. J. HÜBSCHER und A. HEIM (1) vertreten eine andere Ansicht. Nach ihnen weicht die glaziale Rinne der ersten Felsschwelle am Moserdamm rechtsrheinisch aus, und der Schotterstreifen zieht sich unter der Altstadt von Schaffhausen mit Richtung Vordergasse—Oberstadt durch. Eine Brunnenbohrung bei Feuerthalen und ein weiterer Aufschluß beim linksseitigen Widerlager des Rheinsteges unweit Flurlingen bestärken

jedoch die Anschauung von HUG. Andernfalls müßte das Tal unterhalb Feuerthalen im rechten Winkel brüsk nach Norden abbiegen; der Autor hat eine so scharfe Prallstelle von Dießenhofen bis Basel sonst nirgends gefunden. Auch scheint das unvermittelte und scharf begrenzte Auftreten der SE-verlaufenden Kalkklippen beim unteren Steg von Flurlingen, dieser ausgeprägte Absatz von Schotter und Fels am ehemaligen linken Rinnenbord, sich nur schwer der neuern Ansicht zu fügen.

Welches sind die für ein rechtsrheinisches Ausbiegen der interglazialen Rinne sprechenden Erwägungen? Größere Erdarbeiten beim Neubau eines Rohstoffsilos der Bindfadenfabrik Flurlingen legten ein kleines, von interglazialen, vorwiegend losen Tuffen erfülltes Tobel in anstehender unterer Süßwassermolasse frei. Im Gebiet der angenommenen und mehrfach kartographisch festgehaltenen Tiefrinne liegt demnach gewachsenes Gestein. Die Molasse setzt sich vermutlich in einem Sporn vom nördlichen Kohlfirst her gegen Kettenen, Allenwinden zur Bindfadenfabrik fort. Das Auftreten tertiärer Schichten südwestlich des markanten Punktes 476 ist durch diesen neuen Anschnitt feststehend. Aber auch geoelektrische Messungen von W. FISCH[1]) lassen schon in geringer Tiefe unter dem Plateau ob der Bindfadenfabrik den tertiären Kern vermuten. Nehmen wir an, was in diesem Falle unwahrscheinlich ist, es finde sich hier in dieser Tiefenlage keine Molasse vor, so müßte ein Taleinschnitt mit undenkbaren Böschungsverhältnissen in den leicht rutschbaren Materialien vermutet werden. Die letzten Darlegungen verweisen deshalb in verstärktem Maße auf eine rechtsrheinische Lösung im Sinne von J. HÜBSCHER und A. HEIM (1).

Die zwischenzeitliche Tiefrinne biegt, von der Rheinhalde nach Feuerthalen kommend, auf der Höhe der Schaffhauser Badanstalt nordwärts aus und verläuft linksufrig dem Herrenacker anlehnend, über den Fäsenstaub zum

---

[1]) Wir verdanken das aufschlußreiche Resultat Dr. W. Fisch (Zürich), der in unserer Umgebung, namentlich aber im Klettgau, eingehende geoelektrische Messungen durchführte.

Stokarberg und Urwerf. Von dort wendet sie sich, gegen Flurlingen ausbuchtend, Neuhausen zu. In den untern Stadtteilen mündet der Fulachlauf in die Talschlinge. Bohrungen und Fundamentbeobachtungen in Schaffhausen haben J. HÜBSCHER in seiner Auffassung bestärkt; sie wird nun neuerdings durch den Molassefund ob Flurlingen erhärtet. Ein Aufschluß im anstehenden Weißjura der Vorstadt und der nördliche Rand der Malmplatte des Herrenackers begrenzen das Querprofil im Bereiche der Altstadt Schaffhausen. Bei Fundamentierungen (Bäckerei Aschinger, SBB-Einfahrt beim Obertor u. a.) stieß man an dazwischen liegenden Punkten stets auf Schotter. Hier hat der alte Talweg schluchtartigen Charakter, und die interglaziale Rinne ist tiefer eingeschnitten als das heutige Rheinbett. Betrachten wir Schuttführung, Wassermenge und Gefälle als die Funktionen der Erosionskraft eines Flusses, so ist dem Fehlen des ersten Faktors die sehr stark verminderte Tiefenerosion des rezenten Rheines zuzuschreiben. Im Klärungsbecken des Bodensees läßt er den zur Scheuerung und Aushobelung und damit erosiven Tätigkeit notwendigen Schutt liegen und bedingt die auffallende Stagnation beider Felsschwellen.

Im Zusammenhang mit dem projektierten Kraftwerk am Moserdamm und den Auswirkungen eines Rückstaues wurden bei Schaffhausen während 4 Jahren (1931—1934) an verschiedenen Punkten die Grundwasserstände regelmäßig beobachtet (Tafel 11). Diese zuverlässigen Beobachtungsreihen schaffen die Grundlage für wertvolle Schlußfolgerungen und lassen sich durch Statistiken der Neuhauser Grundwasserbrunnen ergänzen. Zu Vergleichen wird man ferner die Ablesungen der Rheinpegel von Schaffhausen/Neuhausen beiziehen.

Das mir vorliegende Material erlaubt eine gewisse Klarlegung der Quellwasserhydrologie im Bereiche epignetischer Felsschwellen. Es sei vorausgehend auf die schon länger erkannte und bedeutungsvolle Tatsache hingewiesen, daß der Grundwasserstrom auf seinem Wege die Gefällsbrüche des Rheines nicht mitmacht. Vom Pumpwerk Rhein-

halde fällt er daher bis zur Wasserversorgung Neuhausen im Rheinfallbecken fast gleichmäßig ab; nur die Strecke zwischen dem Brunnen der Verbandstoffabrik und dem Filterbrunnen der Gemeinde Neuhausen, weist im Vergleich zum übrigen Absenkungsgebiet des Grundwassers eine größere Neigung auf. Das normale Vorflutregime der Rheinhalde ändert schon nach wenigen hundert Metern talwärts beim Schwarztor. Hier ist der Spiegel des Grundwassers bereits etwa 20 cm unter den Rheinwasserstand gesunken. Die weiteren Brunnen bis unterhalb Flurlingen zeigen in klarer Gesetzmäßigkeit den mit dem Gefälle seines Bettes gleichmäßig sinkenden Grundwasserspiegel. Am Ende dieser „Absenkungsstrecke", beim Filtrierbrunnen Neuhausen, tritt dann wieder die Vorflut, also Überdruck von Grund- zu Flußwasser ein. In der etwa 3 km langen Zone wird das unausgeglichene Profil des Oberflächenwassers dank der selbständigen Rinne gemieden.

Beimengung von Rheinwasser tritt an den Kreuzungsstellen auf, so beim Überschneiden der Grund- und Flußwasserkurve am Schwarztor und in den rissigen Massenkalken beim Kreuz. Das durch Infiltration ausgezeichnete Gebiet zieht sich von dort bis gegen Flurlingen hin. Im Gegensatz zum Rheinwasser pflegt unser Grundwasser durch Zusatz von Kalkkarbonaten hart zu sein. Ein gemilderter Härtegrad des Letzteren ist daher vielfach auf eine stärkere Infiltration des Oberflächenwassers zurückzuführen. Von Interesse ist, daß die Karbonathärte des Grundwassers in der neuen Bohrung 1935 beim Grundstein in Flurlingen mit der Tiefe abnimmt. Der Kalkhaushalt ist im Absenkungsbereich nicht mehr so stabil wie in einer geschlossenen, den Infiltrationen nicht ausgesetzten Rinne. Aus dem offenen Wasserlaufe kommt die bedeutungsvolle Speisung der Tiefrinnen durch Sickerwässer, nachhaltig unterstützt von unterirdischem Zufluß des Fulachtalweges. Die Stärke der Infiltrationen läßt auf kluftartige Anastamosen im Areal der Massenkalke schließen. Spaltensysteme im Gestein sind naturgemäß Flächen der Schwäche, und auf ihnen findet das Wasser bequemeren Zugang zur

Tiefe. Ihre mechanische Erweiterung dürfte gegenüber der Ausdehnung durch Kalkauflösung zurücktreten.

In der beigegebenen graphischen Darstellung wird der Wasserhaushalt von Rhein- und Grundwasser verdeutlicht. Sie läßt im Besonderen einen zusammenfassenden Einblick in die Abhängigkeit der jahreszeitlichen Schwankungen zu; denn der Grundwasserstand der Absenkungsstrecke hängt, wie erkennbar, in erster Linie vom Rheinpegel ab. Die beiden Wasserspiegel stehen miteinander in enger Beziehung. In den Ergebnissen der Grundwasserstände spiegeln sich denn auch überraschend gut die Schwankungen der Rheinpegel wieder. Deutlich prägt sich der Wechsel zwischen Niederwasser (Frühjahr) und Hochwasser (Herbst) aus. Die Grundwasserrohre beim oberen Flurlingersteg weisen gegenüber den andern Beobachtungspunkten größere Unterschiede, bedingt durch lokale Infiltrationen, auf. Die Abnormität im Maße der Absenkung ist besonders bei Hochwasserständen ersichtlich. Der Zuschuß von Fluß- zu Grundwasser ist dann ein stark vermehrter, und der Grundwasserspiegel steigt nahe an den Rheinwasserstand. Das Gebiet beim oberen Flurlingersteg ist mit seinen rissigen Massenkalken eine Zone stärkster Infiltration. Ein vermehrter oberflächlicher Wasserabfluß bedingt daher in niederschlagsreichen Jahren eine höhere Durchschnittskote des Grundwassers in der Absenkungsstrecke. Es wären in diesem Zusammenhange einzelne Abweichungen im Nachfolgen der Stände und die besonderen Mischverhältnisse der Temperatur und der wesentlichen Bestandteile des Trockenrückstandes im Berührungsraum der beiden Wasserläufe aufzuhellen. Dies dürfte in einer späteren Untersuchung einen bescheidenen Beitrag zum Verkittungsproblem größerer Schottermassen liefern. Sie verfestigen sich, weil das Quellwasser den Kalk bei überreichem Gehalt nicht dauernd in Lösung behält.

Während in den Spiegelhöhen von Grund- und Rheinwasser oberhalb und unterhalb Schaffhausens eine gewisse Parallelität auftritt, weist die Temperaturkurve, so weit sie uns bekannt ist, größere Verschiedenheiten auf. Mini-

mum und Maximum der Temperaturen im Filterbrunnen von Neuhausen am Rheinfallbecken zeigen eine Verspätung von 3—5 Monaten gegenüber den gleichzeitigen Schwankungen des Rheinwassers. Die gründlichen Arbeiten von J. MEISTER enthalten zu den Grundwasserfragen im Kanton Schaffhausen nähere Ausführungen (6 und 7). Da die Temperaturen beider Gewässer verschieden sind, ließen sich Grundwasseraufstöße im Rhein in besonders kalten Wintern aus präzisen Messungen ($^1/_{10}$ Grad Celsius) ersehen. Das negative Resultat solcher Untersuchungen der städtischen Bauverwaltung, am Rheinufer zwischen der Badanstalt und dem Moserdamm, findet in dem erst weiter nördlich im Stadtkern verlaufenden Grundwasserstrom seine natürliche Erklärung.

Durch die Kommunikation dieser Gewässer wird der oberflächlichen Abflußrinne eine gewisse Wassermenge entzogen; ihr Maß ist allerdings nicht festgestellt. Als der Rhein noch auf der Schotterterrasse floß, war dieser Anteil größer und zwar um ein Vielfaches. So war er in jenen Zeiten bei Niederwasser einem Kümmerflusse vergleichbar, und seine Erosion war gering. Für eine Tieferlegung des Bettes kamen daher nur die Stoßzeiten der Frühlingsgewässer in Betracht. Mit der fortschreitenden Tiefenerosion zapfte er aber sein eigenes Grundwasser an und senkte dessen Spiegel in den umliegenden Schottern. Diese nacheiszeitlichen Abfluß- und Verfrachtungsmöglichkeiten bedürfen noch eines quantitativen Ausbaues. Diluviale Ablagerungen der Absenkungsstrecke[2]) sind leider noch nirgends mit dem Bohrer durchsunken worden; es fehlen uns daher genaue Angaben über die Tiefe der Rinne und den verfügbaren Quellwasserraum.

Aus den Darlegungen mag hervorgehoben sein:

1. Das Auftreten von Molasse bei der Bindfadenfabrik entscheidet für einen rechtsrheinischen inter-

---

[2]) Oberhalb der Absenkungsstrecke wurde die Sohle der Schotter bei der Bohrung Rheinhalde (Wasserversorgung der Stadt Schaffhausen) in 50 m Tiefe erreicht (6).

glazialen Rinnenverlauf nach HÜBSCHERHEIM. Andere Abflußbildungen wurden nur zeitweise benützt.

2. Grund- und Rheinwasser stehen im Bereich der Absenkungsstrecke in enger Verbindung. Die starke Infiltration ist aus der weitgehenden Abhängigkeit beider Wasserstandskurven ersichtlich.

3. Zur Vertiefung der Kenntnisse eiszeitlicher Schotterverkittung trägt der Kalkhaushalt in der Absenkungsstrecke Rheinhalde-Rheinfallbecken bei. Diese Probleme sind jedoch einer späteren Arbeit vorbehalten.

Vergleichende Wasserstandskurven beider Gewässer stellte mir freundlicherweise Stadtingenieur IM HOF zur Verfügung. Das beiliegende Diagramm ist aus diesen Unterlagen entworfen. Wertvolle Anregungen hat mir Dr. C. E. WEGMANN zukommen lassen. Für sein stets bereitwilliges Helfen sei ihm bestens gedankt. Dr. H. BÜTLER, J. HÜBSCHER, Reallehrer und Straßeninspektor PLETSCHER bin ich für das Interesse an dieser Arbeit dankbar verpflichtet.

Schriften.

1. HEIM ALBERT, Geologie des Rheinfalls. Mit Karte von A. Heim und J. Hübscher. Schaffhausen 1931. (Mitt. Naturforsch. Ges. Schaffhausen, Heft X, 1931.)

2. HÜBSCHER JAKOB, Das Relief und Rinnensystem in der Umgebung des Rheinfalls. Heft 1 der Beiträge zur Heimatforschung. Schaffhausen 1923.

3. HUG JAKOB, Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. N. F. Lief. 15, 1907.

4. HUG JAKOB, Grundwasservorkommnisse der Schweiz. Annalen der Schweiz. Landeshydrographie, Band III, 1918.

5. HUG J. und BEILICK A., Die Grundwasserverhältnisse des Kantons Zürich. Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie. Hydrologie. Lieferung 1. Zürich 1934.

6. MEISTER JAKOB, Mitteilungen über Quellen und Grundwasserläufe im Kanton Schaffhausen. Beilage zum Jahresbericht der Kantonsschule Schaffhausen 1906/1907. Schaffhausen 1907.

7. MEISTER JAKOB, Die Wasserversorgungen im Kanton Schaffhausen. Beilage zum Jahresbericht der Kantonsschule Schaffhausen 1926/1927. Schaffhausen 1927.

8. SCHAAD E., Quellenstudien. Bulletin d. Vereins Schweiz. Gas- und Wasserfachmänner, 1926.

Tafel 11

Verlauf der Grundwasserrinne bei Schaffhausen mit den Grundwasserfassungen und Beobachtungsstellen 1931/34.

Die Tafel gibt eine Uebersicht des Rhein- und Grundwasserverlaufes bei Schaffhausen. Zwei Interpretationen des interglazialen Rinnenzuges, von HÜBSCHER-HEIM und HUG, stehen sich gegenüber. Im Bereiche der Bindfadenfabrik findet sich nach neueren Aufschlüssen (1934) Molasse. Unterhalb der Schaffhauser Badanstalt wurde, ebenfalls in der HUG'schen Rinne liegend, durch eine Sondierbohrung der städt. Bauverwaltung (Mai 1935) anstehender Massenkalk erschlossen. Eine endgültige Lösung des alten Rinnenlaufes wäre demnach **rechtsrheinisch** zu suchen.

Vergleichende Wasserstandskurven des Rhein- und Grundwassers bei Schaffhausen.

Das Diagramm verdeutlicht die Hydrologie der in Frage stehenden Gewässer im Bereiche der Absenkungsstrecke von Schaffhausen-Neuhausen. Es umfaßt ein hydrologisches Längenprofil im untern Teil und eine Darstellung jahreszeitlicher Schwankungen an sechs verschiedenen Beobachtungsstellen im oberen Teil.

Der schematisch gehaltene **Längsschnitt** ist mit Vorsicht zu interpretieren, da die Abszisse keine Rücksicht auf die ungleichen Längen des Rhein- und Grundwasserlaufes nimmt. Sie gibt daher lediglich in Metern die Abstände der mit Ordinaten bezeichneten, nummerierten Beobachtungsstellen (siehe im Lageplan, Tafel 11) unter sich, resp. vom Ausgangspunkt beim Filterbrunnen I der Wasserversorgung Neuhausen an. Beim Moserdamm wird außerdem bei Niederständen das Rheinpegel durch künstlichen Aufstau des Elektrizitätswerkes beeinflußt. Dies äußert sich in einem sehr schwachen Gefälle der entsprechenden Kurve oberhalb der Stufe.

Dem Längenprofil schließen sich nach oben, in Fortsetzung der Ordinaten dieser Beobachtungspunkte, deren vergleichende **Wasserstandskurven** an. Ihre Koten sind im wechselnden Maßstab gezeichnet; die Horizontalen umfassen dagegen für alle einzelnen Diagramme je zwei Monate. Zwei Tafeln, nämlich die erste und letzte, zeigen ein typisches Vorflutregime, in welchem das Grundwasser höher als das Rheinwasser liegt; die übrigen weisen das charakteristische Verhalten der beiden Gewässer im Absenkungsbereich auf. Oberhalb des Rheinfalles findet sich verständlicherweise die stärkste Absenkung. Wegen der hohen Beanspruchung des Grundwassers durch das Schaffhauser Pumpwerk ist die Kurve an der Rheinhalde unvollständig.

Beide Tafeln sollen der Erleichterung des Verständnisses der im Text besprochenen Gestaltung des Grundwasserlaufes und seiner Hydrologie in der Umgehungs- und Absenkungsstrecke der epigenetischen Felsschwellen, Rheinfall und Moserdamm, dienen und die in der Schrift entwickelten Schlußfolgerungen belegen.